

Matheus Lisboa Nobre da Silva

ESTABELECIMENTO DE MÉTODO QUALI-QUANTITATIVO DE VALORAÇÃO DA
GEODIVERSIDADE COM BASE NO ECOCENTRISMO

Tese de Doutorado (Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2022



UFRJ

Matheus Lisboa Nobre da Silva

ESTABELECIMENTO DE MÉTODO QUALI-QUANTITATIVO DE VALORAÇÃO DA
GEODIVERSIDADE COM BASE NO ECOCENTRISMO

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Doutor em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Geologia Regional e Econômica

Orientadora:

Prof. Dr. Kátia Leite Mansur – UFRJ

Rio de Janeiro
Outubro de 2022

Matheus Lisboa Nobre da Silva

Estabelecimento de Método Quali-Quantitativo de Valoração da Geodiversidade com Base no Ecocentrismo - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2022.

231 f. : il., apênd., anexos; 30cm

Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia, 2022.

Orientadora: Kátia Leite Mansur

1. Geologia. 2. Geologia Regional e Econômica –Tese de Doutorado. I. Kátia Leite Mansur. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Título.

Matheus Lisboa Nobre da Silva

ESTABELECIMENTO DE MÉTODO QUALI-QUANTITATIVO DE VALORAÇÃO DA
GEODIVERSIDADE COM BASE NO ECOCENTRISMO

Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Doutor em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Geologia Regional e Econômica

Orientadora:

Prof. Dra. Kátia Leite Mansur - UFRJ

Aprovada em: 27 /outubro / 2022

Por:

Presidente: Renato Rodriguez Cabral Ramos, UFRJ

André Weissheimer de Borba, UFSM

Marcos Antonio Leite do Nascimento, UFRN

Maria da Glória Motta Garcia, USP

Paulo de Tarso Amorim Castro, UFOP

UFRJ
Rio de Janeiro
2022

Para Maria do Carmo do Nascimento – Cacá
(*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

No percurso desta aventura que foi o doutorado, tive ao meu lado pessoas e instituições fundamentais para que hoje este resultado estivesse pronto. A elas aqui escrevo meu agradecimento com a certeza de que nunca estive só e com o reconhecimento de que nada se faz sozinho. Vai ser um agradecimento longo, já aviso a você que está lendo, mas é um agradecimento que me permito neste momento e que é de profundo respeito a todos.

Primeiramente, à minha orientadora Kátia Mansur, uma mulher maravilhosa, uma profissional competente e respeitada. Meu muito obrigado por ter encarado essa viagem comigo, compartilhado minhas inquietações e aceitado meu desafio. Sou muito feliz por ter tido sua companhia nesse momento. Muito obrigado pelo apoio e pelas reflexões. Estou muito orgulhoso do que conseguimos e do que sei que ainda virá pela frente!

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFRJ por ter aceitado a proposta de trabalho apresentada, agradeço assim também a todos os professores e professoras que compõe o corpo docente, tenham certeza de que cada um colaborou de alguma forma com conhecimentos que foram essenciais para este trabalho. Agradeço também pela disponibilização de auxílio financeiro por meio do PROAP/UFRJ.

Aos professores Marcelo Moura-Fé e Mônica Pinheiro, bem como toda a equipe do NIGEP/URCA, pelo apoio no trabalho de campo na área do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

A todos que fazem o Projeto Geoparque Costões e Lagunas, bem como as equipes das prefeituras e secretarias das 16 cidades do território, pelo apoio no trabalho de campo realizado na região.

À toda a equipe do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, que nos últimos anos tem se tornado como uma segunda família e uma segunda casa. A Silas Costa e Marília Cristina pela paciência e pelo apoio que nos disponibilizam em campo e nos trabalhos de escritório. À minha querida Janáina Medeiros, mulher seridoense guerreira, por simplesmente ser quem você é e sempre estar disposta ao acompanhamento das atividades no território. Ao meu amigo Marcos Nascimento pela parceria já de anos, ao longo da qual muitas ideias e conhecimentos foram repartidos. A minha formação conta, desde a graduação, com muito da sua colaboração. Sou seu fã e espero dividirmos muito ainda nas caminhadas à frente!

Meu obrigado a todos os profissionais dos territórios visitados, pelas informações prestadas, amparo de conteúdo essencial para a análise da geodiversidade e suas diferentes relações com os ecossistemas.

Agradecer a todos que fazem a BCZM/UFRN, sobretudo à equipe do Setor de Compras, ao meu chefe imediato Silvestre Martins e à diretora Magnólia Andrade, pelo apoio, compreensão nos momentos de necessária ausência e anuência à minha licença nos meses finais, que foi essencial para a conclusão desta tese.

Quero deixar registrado meu agradecimento a todos os professores e professoras que aceitaram nosso convite para participar da banca de avaliação desse trabalho, como membros titulares ou suplentes: André Borba (UFMS), Cícera Neisy (UFRJ), Gilson Guimarães (UEPG), Ismar Carvalho (UFRJ), José Carlos Seoane (UFRJ), Marcos Nascimento (UFRN), Maria da Glória Garcia (USP), Paulo de Tarso Castro (UFOP), Renato Ramos (UFRJ) e Sílvia Medeiros (UFRJ). Admiro o trabalho de todos vocês e suas observações são de grande valia.

Com as devidas vênias à normativa brasileira, acho essencial utilizar esse espaço para agradecer a pessoas fundamentais na minha vida. Podem não ter colaborado diretamente com a execução desta tese, mas fazem parte de quem eu sou, sendo impossível dissociar meu ser pessoal com a qualidade de meu ser profissional.

Assim, quero dizer meu muito obrigado aos meus pais, Flávio Dênis e Luciana Lisboa, por nunca terem medido esforços na minha educação, bem mais precioso que eu tenho e que ampara sempre meus trabalhos. À minha irmã Mariana Lisboa, não somente pela paciência, mas por dividir toda uma vida comigo, além da possibilidade de estarmos juntos na defesa do meio ambiente.

A Deise Gomes, pelo companheirismo, compreensão, paciência e, por vezes, calma nos mares revoltosos da vida. Você é uma pessoa muito especial em minha vida, que bom que nos encontramos, e por conta da geodiversidade!

A meus avós, Evandro Nobre e Maria de Lourdes Lisboa (*in memoriam*), Janete Tavares e Pedro Tavares. Vocês formaram uma família, modéstia à parte, invejável. Que honra e que alegria, obrigado pela morada afetiva e pelo amor, sempre!

Aos meus tios e tias, primos e primas, que não irei nomear porque não caberiam os nomes nem a minha gratidão em apenas algumas folhas de papel. Sou eternamente uma construção dos tijolos e cimento que vocês assentam, e esta casa se mantém firme pela convivência, carinho e participação de vocês na minha vida.

“Faça uma lista de grandes amigos” já disse Oswaldo Montenegro, a minha lista seria bastante extensa, por isso quero agradecer a todos os amigos que tenho, aos que se mantêm cotidianamente na minha vida, mas também aos que não posso mais encontrar sempre. Guardo todos comigo, aquecendo meu coração e focando a minha mente.

A todos que se foram desta vida, que completaram seu ciclo terreno e que voltaram para adormecer junto a terra, meu obrigado pela passagem de vocês em minha vida e minha eterna gratidão cheia de saudades.

À Nossa Senhora dos Navegantes, “vós que acalmais as tempestades e as dores”, meu obrigado por tanta graça e proteção na vida!

Por fim, quero reconhecer o papel fundamental de todas as instituições públicas pelas quais passei em minha formação: Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Museu Nacional e Universidade Federal do Rio de Janeiro. A todos os profissionais que fazem parte, devo minha eterna gratidão!

Ensino público gratuito e de qualidade para todos, hoje e sempre!

“Uma montanha é como uma pessoa.
É uma história longa e cambiante feita de
incontáveis pedacinhos.
Terra e minério, ar e água.
Se cantar direito para ela, cada parte refletirá a
canção para você,
contando sua história, mostrando o que pode estar
oculto, onde minerar, abrir um túnel...
E onde deixar a montanha intocada.”
(O Senhor dos Anéis: Os Anéis do Poder
Roteiro: Gennifer Hutchison)

RESUMO

SILVA, Matheus Lisboa Nobre da Silva. **Estabelecimento de Método Quali-Quantitativo de Valoração da Geodiversidade com Base no Ecocentrismo**. Rio de Janeiro, 2022, 138 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Quando se analisa as questões éticas que envolvem o trato do ser humano com a natureza e seus elementos, é fácil perceber o predomínio de uma visão antropocêntrica. Existe uma ilegítima relação de domínio entre o primeiro sobre o segundo, como se justificasse a falsa dicotomia ser humano-meio ambiente. Este entendimento, dado pelo antropocentrismo, é predominante também nas ciências, que, por vezes, têm como objeto os benefícios possíveis de serem obtidos com o uso dos ecossistemas. Apesar das preocupações com as mudanças climáticas, as extinções de espécies e o equilíbrio dos sistemas globais estarem em voga, muitos dos estudos procuram, na prática, entender como tais modificações afetam o ser humano. Mas os ecossistemas e a diversidade natural do planeta possuem características e necessidades próprias, valores intrínsecos que independem do ser humano e são importantes para a manutenção de sua existência única. Ao observar os estudos da geodiversidade, sobretudo na abordagem da valoração, qualitativa e/ou quantitativa, é possível também perceber o predomínio antropocêntrico. Por exemplo, os serviços ecossistêmicos, que têm sido amplamente utilizados na última década têm como definição os benefícios que a natureza provém para o bem-estar e manutenção do ser humano. Mas e os processos que são essenciais para a manutenção da própria natureza? Apesar de serem parte da natureza, não é ecologicamente viável pensar que as comunidades humanas são o centro dos ecossistemas. Dessa compreensão e a partir das ideias da Ética da Terra, de Aldo Leopold, surge o ecocentrismo, que busca colocar a natureza no centro. Assim, este trabalho busca aplicar o ecocentrismo na avaliação, quali-quantitativa, da geodiversidade, como forma de tentar solucionar uma inquietação com as questões antropocêntricas na relação com a diversidade abiótica. Foi proposta metodologia própria de avaliação de sítios, com análise de quatro grupos de valores: equilíbrio, ecológico, registro e antrópico. É possível, assim, ressaltar que o ser humano é parte do meio ambiente, tem papel fundamental na modificação e uso de seus elementos, mas não é o único beneficiário das condições ambientais. A metodologia foi aplicada em três áreas no Brasil, que são territórios de geoparque, dois em nível de Geoparque Mundial da UNESCO, Araripe (CE) e Seridó (RN), e um projeto de geoparque, Costões e Lagunas, no estado do Rio de Janeiro. A escolha das áreas foi feita por representarem contextos geológicos diferenciados, o que pode comprovar a aplicabilidade da metodologia independentemente da diversidade de cada local. Os resultados mostram sítios em que o uso pelo ser humano aparenta ter um predomínio, mas também mostra lugares que os benefícios obtidos pela própria geodiversidade, na manutenção do equilíbrio ambiental e na manutenção, proteção e reprodução da vida são os principais. Por fim, observou-se que o olhar ecocêntrico é possível e viável na análise da geodiversidade, sendo, portanto, incentivada.

Palavras-chave: ecocentrismo, geodiversidade, avaliação.

ABSTRACT

SILVA, Matheus Lisboa Nobre da Silva. **Estabelecimento de Método Quali-Quantitativo de Valoração da Geodiversidade com Base no Ecocentrismo [Establishment of a Quali-Quantitative Method for Valuing Geodiversity Based on Ecocentrism]**. Rio de Janeiro, 2022, 138 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022

*When analyzing the ethical issues that involve human beings dealing with nature and its elements, it is easy to see the predominance of an anthropocentric view. There is a false relationship of dominance between the first over the second, as if to justify the false human-environment dichotomy. This understanding, given by anthropocentrism, is also predominant in the sciences, which sometimes have as their object the possible benefits to be obtained with the use of ecosystems. Despite concerns about climate change, species extinctions and the balance of global systems being in vogue, many of the studies seek, in practice, to understand how such changes affect the human being. But the ecosystems and the natural diversity of the planet have their own characteristics and needs, intrinsic values that are independent of the human being and are important for the maintenance of their unique existence. When observing the studies of geodiversity, especially in the approach of valuation, qualitative and/or quantitative, it is also possible to perceive the anthropocentric predominance. For example, ecosystem services, which have been widely used in the last decade, are defined as the benefits that nature provides for the well-being and maintenance of human beings. But what about the processes that are essential for the maintenance of nature itself? Despite being part of nature, it is not ecologically viable to think that human communities are the center of ecosystems. From this understanding and from the ideas of Aldo Leopold's *Ethics of the Land*, ecocentrism arises, which seeks to place nature at the center. Thus, this work seeks to apply ecocentrism in the qualitative-quantitative assessment of geodiversity, as a way of trying to resolve a concern with anthropocentric issues in relation to abiotic diversity. It was proposed a methodology for evaluating sites, with analysis of four groups of values: balance, ecological, register, and anthropic. It is possible, therefore, to emphasize that the human being is part of the environment, has a fundamental role in the modification and use of its resources, but is not the only beneficiary of environmental conditions. The methodology was applied in three areas in Brazil, which are geopark territories, two at UNESCO Global Geopark level, Araripe (CE) and Seridó (RN), and a geopark project, Costões and Lagunas, in the state of Rio de Janeiro. The choice of areas was made because they represent different geological contexts, which can prove the applicability of the methodology regardless of the diversity of each location. The results show sites where human use appears to have a predominance, but also show places where the benefits obtained by geodiversity itself, in maintaining environmental balance and in the maintenance, protection and reproduction of life are the main ones. Finally, it was observed that the ecocentric look is possible and viable in the analysis of geodiversity, being, therefore, encouraged.*

Keywords: ecocentrism, geodiversity, assessment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Evolução de publicações científicas com o tópico “Anthropocene”. Fonte: Malhi (2017).	20
Figura 1.2 – O Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, no estado do Ceará, possui um importante patrimônio paleontológico (a); já o Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, no Rio Grande do Norte, apresenta diversas mineralizações associadas aos corpos pegmatíticos (b); o Projeto Geoparque Costões e Lagunas, Rio de Janeiro, possui registros de forte atividade tectônica ao longo da história geológica, responsável pela modelagem de suas paisagens (c).	21
Figura 2.1 – A sustentabilidade é alcançada quando a tríade natureza-ser humano-economia convive em harmonia.....	30
Figura 2.2 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Fonte: https://www.comciencia.br/o-que-e-agenda-2030-das-nacoes-unidas-e-quais-sao-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/	31
Figura 2.3 – A geodiversidade engloba elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos. Por sua vez, os elementos abióticos provêm serviços ecossistêmicos e podem ser utilizados pelo geoturismo, ao mesmo tempo que podem constituir um patrimônio geológico e serem alvo de ações de geoconservação. Modificado de Gray (2021).....	34
Figura 2.4 – Mapa simplificado de localização dos Geoparques Mundiais da UNESCO.	36
Figura 2.5 – Os quatro pré-requisitos básicos de todo geoparque. Fonte: Nascimento <i>et al.</i> (2022).	37
Figura 3.1 – Mapa de localização das áreas de estudo	45
Figura 3.2 – Províncias estruturais do Brasil, com destaque para as Províncias Mantiqueira (5) e Borborema (6). Modificado de Almeida <i>et al.</i> (1981).	46
Figura 3.3 – Mapa da porção norte da Província Borborema, com destaque ao Rio Grande do Norte.	47
Figura 3.4 – Mapa da porção transversal da Província Borborema. Fonte: Brito Neves <i>et al.</i> (2021).	48
Figura 3.5 – Mapa da porção setentrional da Província Mantiqueira. Fonte: Brito Neves <i>et al.</i> (2021).	49
Figura 3.6 – Mapa geológico simplificado do território do Geoparque Araripe.	50
Figura 3.7 – Folhelho da Formação Santana (a) e Camada de Gipsita (b).....	51

Figura 3.8 – Mapa de localização dos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO avaliados neste trabalho.....	53
Figura 3.9 – Mapa geológico simplificado do Geoparque Seridó.....	54
Figura 3.10 – Micaxisto da Formação Seridó com níveis de aplito e <i>boudins</i> . A Formação Seridó compõe aproximadamente 70% do território do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO. ...	55
Figura 3.11 – Mapa de localização dos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO avaliados neste trabalho.....	57
Figura 3.12 – Mapa geológico simplificado do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.....	59
Figura 3.13 – Paragnaisse dobrado, na Praia do Forno (Armação dos Búzios) como resultado da Orogenia Búzios.	60
Figura 3.14 – Mapa de localização dos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas avaliados neste trabalho.....	62
Figura 4.1 – Diagrama simplificado da concepção e exemplificação dos valores ecocêntricos qualitativos.	66
Figura 5.1 – A erosão fluvial foi responsável por erodir parte do arenito e formar a Ponte de Pedra no geossítio homônimo, exemplo do valor de equilíbrio.	79
Figura 5.2 – A vegetação densa e úmida no Geossítio Riacho do Meio está relacionada com as condições ecológicas providas pela geodiversidade, permitindo o estabelecimento de espécies endêmicas.	80
Figura 5.3 – O território do Geoparque Araripe possui um especial destaque pelo seu patrimônio paleontológico, como este fóssil de peixe depositado no Museu Plácido Cidade Nuvens, município de Santana do Cariri.	81
Figura 5.4 – No geossítio Colina do Horto, entre as diferentes formas de adoração ao Padre Cícero está a deposição de seixos e blocos de rocha, o que agrega um valor antrópico a este elemento da geodiversidade.....	82
Figura 5.5 – Os processos que originaram geofomas como a da Baleia, Cachorro e Nariz no Geossítio Serra Verde estão associados com o valor de equilíbrio da geodiversidade.....	83
Figura 5.6 – A Nascente do Rio Potengi cumpre um papel ecológico fundamental, dando origem a um dos maiores rios do estado, o que evidencia o valor ecológico da geodiversidade.	85
Figura 5.7 – Disjunções colunares inclinadas que registram um episódio vulcânico no território do Geoparque Seridó, especificamente no Geossítio Vale Vulcânico, com rochas datadas em 25 Ma.....	86
Figura 5.8 – O Geossítio Morro do Cruzeiro, na cidade de Currais Novos, tem proteção legal e guarda uma relação cultural com a comunidade local pelo seu aspecto religioso.	87

Figura 5.9 – Casa com avarias na região de Atafona devido à forte erosão costeira, resultado das mudanças provocadas no delta do Rio Paraíba do Sul.	88
Figura 5.10 – Na região do Geossítio Pontal do Atalaia, quando o terreno possui uma forte incidência solar a vegetação que se desenvolve é mais incipiente.	91
Figura 5.11 – Paleofalésia na área da Fazenda Campos Novos, município de Cabo Frio, registra momento em que o nível do mar era mais alto que o atual.	92
Figura 5.12 – A atividade pesqueira, comercial e recreativa, é comum no território, como na região do município de São Francisco de Itabapoana.	93
Figura 5.13 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	94
Figura 5.14 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	96
Figura 5.15 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	97
Figura 5.16 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	97
Figura 5.17 – Gráfico de resultados para o valor ecocêntrico da geodiversidade nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	98
Figura 5.18 – O Geossítio Caldeirão de Santa Cruz apresenta predomínio do valor de equilíbrio sobre os demais.	99
Figura 5.19 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	100
Figura 5.20 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	102
Figura 5.21 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	103
Figura 5.22 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	104
Figura 5.23 – Gráfico com avaliação quantitativa dos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	105
Figura 5.24 – Entradas de galerias de exploração no Geossítio Mina Brejuí.	105
Figura 5.25 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.	106

Figura 5.26 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.	108
Figura 5.27 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.	109
Figura 5.28 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.	110
Figura 5.29 – Gráfico de resultados para o valor ecocêntrico da geodiversidade nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.	111
Figura 5.30 – A Praia da Sacristia é um geossítio com valor de equilíbrio destacado pela diversidade de elementos e processos descritos no local.	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Avaliação quantitativa de geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	95
Tabela 5.2 – Avaliação quantitativa de geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	101
Tabela 5.3 – Avaliação quantitativa de geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Definições de valores da geodiversidade segundo Gray (2004) e Brilha (2005).	23
Quadro 1.2 – Definições dos serviços ecossistêmicos da geodiversidade, segundo Gray (2013).	24
Quadro 2.1 – Impactos da pandemia do COVID-19 sobre o desenvolvimento das ODS da Agenda 2030. Fonte: Barbier e Burgess (2020).	31
Quadro 2.2 – Princípios norteadores para geoconservação na gestão de áreas protegidas. Fonte: Crofts <i>et al.</i> (2020).	35
Quadro 2.3 – Quatro objeções ao antropocentrismo segundo Câmara (2017).	40
Quadro 3.1 – Lista de geossítios avaliados no território do Geoparque Araripe.	52
Quadro 3.2 – Lista de geossítios avaliados no território do Geoparque Seridó.	56
Quadro 3.3 – Lista de geossítios avaliados no território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.	61
Quadro 4.1 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico de equilíbrio da geodiversidade.	71
Quadro 4.2 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico ecológico da geodiversidade.	72
Quadro 4.3 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico de relevo da geodiversidade.	73
Quadro 4.4 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico antrópico da geodiversidade.	75
Quadro 5.1 – Avaliação qualitativa de geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.	78
Quadro 5.2 – Avaliação qualitativa de geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.	84
Quadro 5.3 – Avaliação qualitativa de geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas. .	89

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Objetivo	22
1.2. Justificativa	22
1.3. Organização da Tese	25
2. REVISÃO DE CONCEITOS	27
2.1. Natureza	27
2.2. Ecossistema.....	28
2.3. Diversidade Natural	29
2.4. Sustentabilidade	29
2.5. Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoparques.....	32
2.6. Geoética	37
2.7. Antropocentrismo	38
2.7.1. Críticas ao Antropocentrismo	39
2.8. Ecocentrismo	41
3. ÁREAS DE ESTUDO	45
3.1. Araripe Geoparque Mundial da UNESCO	49
3.2. Seridó Geoparque Mundial da UNESCO	53
3.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas	58
4. METODOLOGIA.....	64
4.1. Revisão Bibliográfica	64
4.2. Atividades de Campo.....	64
4.3. Produção Cartográfica	65
4.4. Valor Ecocêntrico da Geodiversidade.....	65
4.4.1. Avaliação qualitativa	65
4.4.2. Avaliação quantitativa	69

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
5.1. Avaliação qualitativa.....	77
5.1.1. Araripe Geoparque Mundial da UNESCO	77
5.1.2. Seridó Geoparque Mundial da UNESCO	83
5.1.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas	88
5.2. Avaliação quantitativa.....	94
5.2.1 Araripe Geoparque Mundial da UNESCO	94
5.2.2 Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.....	100
5.2.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas	106
6. CONCLUSÕES	116
REFERÊNCIAS	119
APÊNDICES	132
Descrição Sucinta dos Geossítios Avaliados	133
Artigo Publicado.....	192
Artigo Submetido	203



CAPÍTULO 1
Introdução

Geossítio Gruta da Sacristia
Projeto Geoparque Costões e Lagunas
Foto: Matheus Lisboa

1. INTRODUÇÃO

A Terra apresenta uma diversidade natural vasta, bela e complexa, o que coloca esse planeta entre os mais habitáveis para a vida entre todos os conhecidos, até o momento, pela ciência. Essa diversidade está relacionada especialmente com as condições providas, inicialmente, pela geodiversidade, que foi modificada ao longo dos últimos 4,6 Ga por intensos processos geológicos, endógenos e exógenos e biológicos, e forneceu base para o estabelecimento, reprodução e evolução da biodiversidade no planeta.

A diversidade abiótica está composta por minerais, rochas, relevos, solos, fósseis, água, processos geomorfológicos, hidrológicos, entre outros. Essa assembleia de elementos e processos do sistema Terra é fundamental para todos os ecossistemas, independentemente de sua escala e dimensões. O ser humano, sendo um ente natural, é parte dos sistemas e da diversidade do planeta, porém agente modificador das condições ambientais.

Desastres naturais, mudanças climáticas, riscos transformados em tragédias, consumo exacerbado e descontrolado dos elementos da natureza como recursos pela humanidade e extinção de espécies são fatos em uma catástrofe ambiental cada dia mais real. O impacto das atividades antrópicas no meio parece ser um dos maiores, senão o maior, causador desses desequilíbrios.

Os reflexos da ação humana podem ser registrados como o período do Antropoceno, termo cunhado por Crutzen (2002) para definir o período em que são identificadas importantes alterações ambientais, mas para o qual esse autor tinha então a esperança de, no futuro, ser caracterizado por tecnologia e gestão amplamente melhoradas, uso sábio dos elementos da Terra, controle da população humana e de animais domésticos e manipulação cuidadosa e restauração do ambiente natural. Vinte anos depois, parece que a humanidade e o planeta estão cada vez mais longe dessa esperança. As modificações provocadas no meio ambiente pelos seres humanos geram marcas nos ecossistemas e estão sendo registradas nos elementos da diversidade natural do planeta.

Malhi (2017) explica que o Antropoceno compreende o período da história da Terra em que as atividades humanas passaram a ter um maior efeito sobre o funcionamento natural do planeta. Apesar de não estar formalizado, o termo passou a ter sua relevância nas discussões em torno do impacto antropogênico sobre a natureza. O uso do termo tem observado uma forte expansão, especialmente a partir de 2012 (Figura 1.1). Atualmente, a relação do ser humano com o meio ambiente tem cada dia mais espaço nos terrenos para além da ciência, ocupando as agendas políticas, sociais e econômicas.

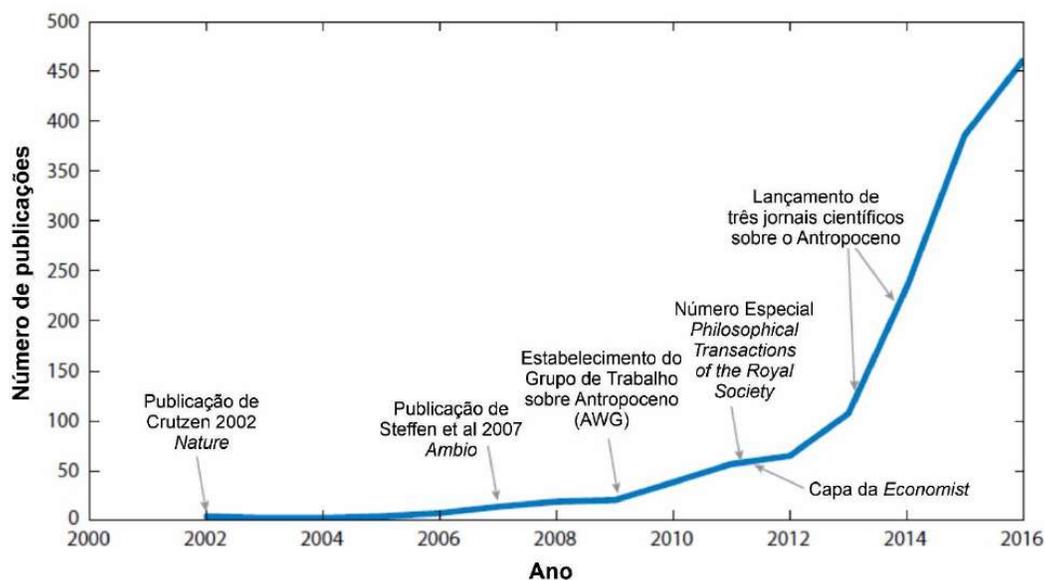


Figura 1.1 – Evolução de publicações científicas com o tópico “Anthropocene”. Fonte: Malhi (2017).

Nesse sentido, este trabalho, norteado pela ética ambiental e geoética, busca compreender a participação da geodiversidade e do patrimônio geológico nas condições naturais dos ecossistemas. As reflexões possíveis, bem como a literatura especializada, apontam para o predomínio de uma relação de domínio na falsa dicotomia ser humano-natureza, em que os interesses antrópicos se sobrepõem às necessidades ecossistêmicas.

No momento em que o ser humano coloca seus objetivos no centro da relação com o meio ambiente, passa a existir uma falsa percepção de posse antrópica sobre o meio natural, por vezes não reconhecendo o ser humano como parte da natureza. Entre outras coisas, esta percepção é caracterizada e causada pelo antropocentrismo.

No rol de éticas ambientais, existem propostas de olhares diferenciados sobre a natureza, entre as quais, destaca-se o ecocentrismo, que segundo Gray *et al.* (2018):

vê a ecosfera – compreendendo todos os ecossistemas da Terra, atmosfera, água e terra – como a matriz que deu origem a toda a vida e dá suporte à vida. É uma visão global que reconhece o valor intrínseco nos ecossistemas e nos elementos biológicos e físicos que eles compreendem, bem como os processos ecológicos que os conectam espacial e temporalmente

A visão ecocêntrica, portanto, se propõe a enxergar o ecossistema como um todo, entendendo que o ser humano é parte dessa diversidade natural única do planeta Terra. Dessa forma, é uma ética que pode ser um guia para as atitudes ambientalmente favoráveis no Antropoceno. Aqui se pretende testar a aplicabilidade desta ética ecocêntrica aos estudos da geodiversidade, sobretudo na valoração de geossítios em diferentes ambientes geológicos, representados pelas áreas de estudo: Araripe

Geoparque Mundial da UNESCO (CE), Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (RN) e Projeto Geoparque Costões e Lagunas (RJ). As áreas foram escolhidas por representarem contextos geológicos, processos e idades diferentes (Figura 1.2)

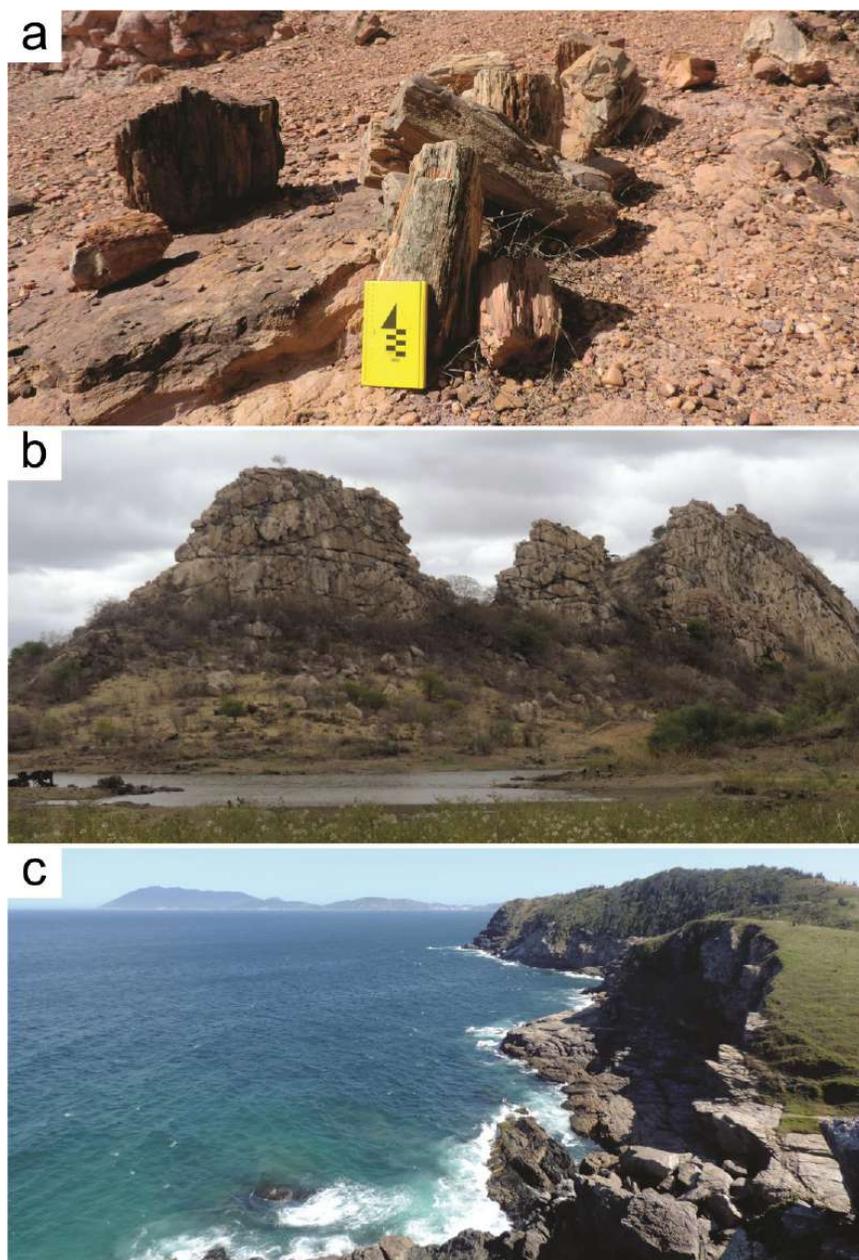


Figura 1.2 – O Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, no estado do Ceará, possui um importante patrimônio paleontológico (a); já o Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, no Rio Grande do Norte, apresenta diversas mineralizações associadas aos corpos pegmatíticos (b); o Projeto Geoparque Costões e Lagunas, Rio de Janeiro, possui registros de forte atividade tectônica ao longo da história geológica, responsável pela modelagem de suas paisagens (c).

1.1. Objetivo

É preciso iniciar dizendo qual não é o objetivo deste trabalho. Aqui não se busca um abandono das razões econômicas ou modelos éticos vigentes na sociedade e na ciência. Não se discute quais os melhores modelos de avaliação da diversidade abiótica. Pretende-se aqui resolver uma inquietação ética sobre a predominância do antropocentrismo em métodos e na forma de enxergar a geodiversidade.

O objetivo geral deste trabalho é, portanto, propor um método que aponte para valores ecocêntricos na avaliação da geodiversidade, com a finalidade de enxergar a importância dos elementos abióticos para o ecossistema por seus próprios valores, entendendo o ser humano como parte dos sistemas naturais, não desvinculado deles.

Para alcançar esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a aplicabilidade do ecocentrismo em estudos da geodiversidade;
- b) Estabelecer valores qualitativos ecocêntricos para análise da geodiversidade;
- c) Estabelecer critérios e parâmetros quantitativos ecocêntricos para análise da geodiversidade;
- d) Aplicar o método quali-quantitativo de valores ecocêntricos para análise da geodiversidade nas áreas de estudo e analisar os resultados obtidos, com foco na aplicabilidade do método.

1.2. Justificativa

A geodiversidade, enquanto componente da diversidade natural do planeta, compreende um conjunto de elementos, fenômenos e processos fundamentais para os ecossistemas, seu estabelecimento, manutenção, equilíbrio e reprodução. As condições abióticas foram essenciais, desde o início da história da Terra, para a consolidação do ambiente que hoje conhecemos e da vida que o habita. É de extrema importância a conservação da natureza, em seus vieses bióticos e abióticos, este último foco principal deste estudo.

Atualmente, nos estudos da geodiversidade, observa-se, sobretudo nos métodos qualitativos de valoração, um predomínio do antropocentrismo. Ou seja, os valores atribuídos à diversidade abiótica têm apresentado uma tendência de restringir a sua importância para as comunidades humanas, por vezes não valorando a participação dos elementos abióticos no equilíbrio dos ecossistemas.

A exceção do valor intrínseco, que é definido por diversos autores como o valor moral, ético e de existência, dado a tudo que compõe a natureza (SHARPLES, 1995; KIERNAN, 1996; GRAY, 2004, 2013; BRILHA, 2005), boa parte dos valores definidos para a geodiversidade são antropocêntricos. Sharples (1995) reconhece como valores antropocêntricos, por exemplo:

significância para pesquisa científica e educação, senso de lugar de uma comunidade, elementos utilizados com propósitos recreativos, estéticos e turísticos.

Kiernan (1996), por outro lado, indica três perspectivas para a atribuição de valores de um local: além do intrínseco, o econômico ou instrumental e o ecológico. Destes, a perspectiva ecológica estaria associada à fundamental participação dos materiais geológicos no estabelecimento e manutenção das comunidades biológicas. Ainda assim, o autor associa a importância de conservação desses lugares e comunidades para uso humano.

Os trabalhos de Gray (2004) e Brilha (2005) definem os valores da geodiversidade com base nas benesses que seus elementos podem prover para o ser humano, como resumido no Quadro 1.1. Ressalva-se apenas uma das definições do valor funcional que destaca a importância da geodiversidade para manutenção dos sistemas físico-ecológicos que sustentam a biodiversidade.

Quadro 1.1 – Definições de valores da geodiversidade segundo Gray (2004) e Brilha (2005).

VALOR	DEFINIÇÃO	
	Gray (2004)	Brilha (2005)
Cultural	Valor colocado pela sociedade em algum aspecto do ambiente físico por conta de sua significância social ou para a comunidade.	“conferido pelo Homem quando se reconhece uma forte interdependência entre o seu desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico que o rodeia “
Estético	Refere-se simplesmente ao apelo visual (ou outros sentidos) providos pelo ambiente físico.	“é inegável que todas as paisagens naturais possuem algum tipo de valor estético. Grande parte do deslumbramento do público pelo contacto com a Natureza está associado a aspectos geológicos.”
Econômico	Rochas, minerais, sedimentos, solos e mesmo os fósseis, possuem valor econômico, apesar deste variar com a natureza do material envolvido.	“compreendemos facilmente que as rochas, os minerais, os fósseis tenham também o seu valor econômico.”
Funcional	Existe o valor utilitário da geodiversidade <i>in situ</i> para a sociedade humana. A geodiversidade tem valor funcional em prover substratos essenciais, habitat e processos abióticos que mantêm os sistemas físicos e ecológico da Terra e assim sustenta a biodiversidade.	“de carácter utilitário para o Homem” e [...] “substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre.”
Científico/Educativo	O ambiente físico é um laboratório para pesquisa futura.	“A investigação científica, no domínio das Ciências da Terra, baseia-se no acesso e posterior estudo de amostras representativas da geodiversidade.” [...] “A educação em Ciências da Terra só pode ter sucesso se permitir o contacto directo com a geodiversidade”

O trabalho de Webber *et al.* (2006) aponta o que chama de funções sociais da geodiversidade, que seriam quatro: apreciação, conhecimento, produtos e funções do sistema natural. Apesar de

reconhecer a importância dos elementos abióticos para os ecossistemas, também é perceptível na publicação o predomínio do antropocentrismo.

Uma das formas mais utilizadas atualmente para se avaliar a importância da diversidade natural do planeta é o conceito dos serviços ecossistêmicos. Inicialmente cunhado por Ehrlich e Mooney (1983) e definido por Daily (1997) como condições e processos pelos quais os ecossistemas naturais, e as espécies que os compõem, sustentam e preenchem a vida humana.

Apesar de claramente direcionado, primeiramente, à análise da biodiversidade, os serviços ecossistêmicos passaram a ser associados também à geodiversidade. O trabalho de Gray (2005) foi um dos primeiros neste sentido. De forma mais sistemática, este mesmo autor elencou o que chamou de serviços geossistêmicos em trabalhos posteriores (GRAY, 2011, 2013) e resumido no Quadro 1.2

Quadro 1.2 – Definições dos serviços ecossistêmicos da geodiversidade, segundo Gray (2013).

SERVIÇO	DEFINIÇÃO
Regulação	Responsável pela manutenção das condições ambientais, processos e fenômenos que controlam a dinâmica natural.
Suporte	Elementos da geodiversidade podem servir como base para o desenvolvimento de atividades do ser humano e da natureza.
Provisão	Disponibilidade de recursos físicos para uso do ser humano. Normalmente, associa-se valor monetário a este serviço.
Cultural	Indica o significado social de um elemento da geodiversidade para o ser humano.
Conhecimento	O uso da geodiversidade como laboratório de pesquisa e para o ensino.

Em sua concepção, serviços ecossistêmicos são essencialmente antropocêntricos, pois avaliam a importância dos ecossistemas para a manutenção do bem-estar da sociedade humana e não para o equilíbrio ecológico.

Em geral, métodos qualitativos aplicados à geodiversidade possuem um caráter antropocêntrico mais forte, quando comparados com métodos quantitativos, que na última década têm sido apoiados, principalmente, no uso de ferramentas de geoprocessamento e no estabelecimento de índices classificados, a exemplo dos métodos de Pereira *et al.* (2013), Forte *et al.* (2018) e Manosso *et al.* (2021).

Mas alguns métodos quantitativos também valorizam a geodiversidade com base no uso de seus elementos para os seres humanos, sem considerar a importância deles para o ecossistema em si. Disto tem-se exemplos nos trabalhos de Martínez-Graña *et al.* (2013) e Brilha (2016), que pontuam os usos científico, educativo e turístico da geodiversidade.

Por todo o exposto, fica claro que os interesses antrópicos são geralmente condutores das metodologias de avaliação da geodiversidade. Assim, justifica-se a necessidade de uma nova proposta que avalie também a importância dos elementos abióticos para o ecossistema como um todo. Apesar de serem antropogênicos, os valores da natureza não precisam ser antropocêntricos (KOPNINA *et al.*, 2018), o que guia a produção deste trabalho.

1.3. Organização da Tese

Esta tese, resultado dos estudos em nível de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), está estruturado em três partes principais:

Parte I – Conceitos: separada em três capítulos introdutórios com a responsabilidade de representar o recorte bibliográfico realizado. O Capítulo 1 é a introdução, com apresentação dos objetivos, justificativa e da estrutura da tese. O Capítulo 2 revisa, a partir da literatura especializada, conceitos como natureza, ecossistema, diversidade natural, sustentabilidade, geodiversidade, patrimônio geológico, geoparques, geoética, antropocentrismo e ecocentrismo. Por fim, o Capítulo 3 apresenta as áreas de estudo desse trabalho, escolhidas por apresentarem contextos geológicos diferenciados e serem territórios de geoparque em diferentes níveis de desenvolvimento.

Parte II – Método: composta pelo Capítulo 4, no qual é apresentada a metodologia desenvolvida ao longo dos estudos que culminaram na realização desta tese.

Parte III – Resultados, Discussões e Conclusões: nesta parte o Capítulo 5 apresenta os resultados e discussões em torno da aplicação da metodologia desenvolvida nas áreas de estudo. Enquanto no Capítulo 6 estão contidas as conclusões do trabalho.

As partes enunciadas são complementadas com os apêndices, sessão na qual constam a descrição sucinta de todos os sítios avaliados nas áreas de estudo e os artigos produzidos no âmbito deste trabalho. Até o momento um artigo foi publicado no *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ* (conceito B1), enquanto outro foi submetido ao periódico *Environmental Science & Policy*, de conceito A2.



CAPÍTULO 2

Revisão de Conceitos

Geossítio Cachoeira dos Fundões
Serió Geoparque Mundial da UNESCO
Foto: Matheus Lisboa

2. REVISÃO DE CONCEITOS

Neste capítulo, são retomados conceitos fundamentais que norteiam o trabalho desenvolvido no âmbito dessa tese de doutorado. Para se chegar ao estabelecimento de um método ecocêntrico de avaliação da geodiversidade, é fundamental compreender os temas aqui revisados.

2.1. Natureza

Natureza é uma palavra bastante comum no cotidiano de boa parte da população mundial. Na academia ela representa um objeto de estudo, nas geociências talvez a base em que todos os processos geológicos ocorrem. O que, entretanto, significa de fato essa palavra? Conceituar natureza parece ser algo irrelevante, porém complexo, haja vista essa sua presença, intrínseca. Entretanto, é fundamental saber o que de fato é natureza. O que é natural?

Na filosofia essa discussão está englobada pelo campo da metafísica. Na China do século VI AC, Confúcio tratava a palavra em relação ao estado normal do ser humano e fala em harmonia cósmica (DUBS, 1930). Aristóteles e Platão, na Grécia Antiga, compartilham em parte esse mesmo pensamento, mas o termo *physis*, derivado do verbo *phyô*, surge relacionado às estruturas das coisas, da característica própria do ser (ANGIONI, 2004; SANTOS, 2011).

Diversos pensadores ao longo da evolução do pensamento filosófico se debruçaram e se propuseram a pensar a natureza. Para Karl Marx, a ideia de natureza se baseia no materialismo, na concepção de que tudo depende da natureza, da matéria (FOSTER, 2005).

Engels em sua *Dialética da Natureza* discute a relação do ser humano com a natureza, sobretudo devido ao modelo capitalista de produção, frisando que o primeiro pertence ao segundo, não está fora da natureza nem tem poder de domínio sobre ela (KANGAL, 2020).

Na filosofia moderna de Merleau-Ponty, a natureza é “o primordial, o não-construído, o não-instituído; daí a ideia de uma eternidade da Natureza, de uma solidez. [...] É o nosso solo, não aquilo que está diante, mas o que nos sustenta” (MERLEAU-PONTY, 2006).

É fundamental destacar o caráter interconectado de tudo que forma a natureza, como primeiramente explorado por Alexander von Humboldt, considerado um dos pais da ecologia. Wulf (2016) faz um profundo recorte sobre a vida e obra deste naturalista alemão, que “via unidade na variedade”, frisando a importância de se observar os mundos físicos e bióticos e da profundidade do impacto humano sobre a natureza.

A ciência ao longo da história, em especial a filosofia, se ocupou, portanto, em pensar a natureza como uma entidade única, como base da vida, como matéria. Fato é que desde sempre o meio em que o ser humano habita o fascina, o inspira e até mesmo permitiu sua evolução.

Nas ciências ambientais, a natureza pode ser compreendida como o ambiente físico, seus fenômenos, seres vivos, toda a coletividade natural do planeta, excluindo-se, portanto, toda criação humana, mas entendendo ao mesmo tempo que o ser humano também é um produto natural desse meio.

Questiona-se aqui o que seria a natureza para o geólogo? Estaria restrita ao seu objeto de estudo? Perguntas com possibilidades amplas de respostas. Mas aqui, sob o ponto de vista de um geólogo, se entende a natureza como a totalidade do mundo físico, o mundo material. Todo e qualquer elemento, de nível atômico ao nível de universo, biótico ou abiótico, faz parte da natureza.

Importante destacar que o ser humano é mais um dos componentes da natureza, mas que suas construções, manufaturas, por mais que sejam produtos de uma atividade realizada por seres vivos e com matéria natural, não estão incluídas nesse rol.

2.2. Ecossistema

A Teoria Geral dos Sistemas, proposta por Ludwig von Bertalanffy, e aplicável para diferentes áreas do conhecimento, foi importante para a concepção e compreensão de como as partes de algo funcionam em conjunto para o pleno funcionamento de todo. No conceito geral, entende-se que um sistema é um complexo de elementos que interagem entre si e o comportamento geral do sistema é reflexo, portanto, do comportamento das partes (BERTALANFFY, 1968). Esse entendimento pode ser aplicado aos estudos dos ecossistemas, que refletem as interações entre os seres vivos e o ambiente em que vivem e os cercam.

O termo ecossistema teria sido primeiro usado por Tansley (1935) em preferência aos termos “organismo complexo” ou “comunidade biótica”, por esses desconsiderarem os fatores inorgânicos como importantes para a existência do sistema. Esse autor sinalizava que inúmeros sistemas físicos poderiam ser chamados de ecossistemas, desde um átomo até o universo como um todo.

Evans (1956) já considerava que o ecossistema seria a unidade básica da ecologia e afirma que o termo envolve a circulação, transformação e acumulação de energia e matéria por meio de seres vivos e suas atividades.

Rapport (1989) reflete sobre a dificuldade de se estabelecer limites geográficos para os ecossistemas, mas ressalta a inter-relação entre os sistemas e a necessidade de monitoramento das condições ambientais.

Ecosistema é compreendido por Willis (1997) como uma unidade que envolve uma comunidade (ou comunidades) de organismos e seu ambiente físico e químico, em qualquer escala, desejavelmente especificada, na qual existem fluxos contínuos de matéria e energia em um sistema aberto interativo.

Daily (1997) conceitua ecossistema como um conjunto de organismos vivos numa área, juntamente com o ambiente físico e a relação entre ambos. O trabalho da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA, 2005) conceitua ecossistema como um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e micro-organismos e o ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional.

Para Lage *et al.* (2008) “ecossistema é definido como sendo área relativamente homogênea de organismos interagindo com seu ambiente”. Weathers *et al.* (2013) apontam uma definição ainda mais generalista, indicando que ecossistema é o sistema interativo composto de todas as formas de vida e os objetos não-vivos num volume específico do espaço.

Em geral, as definições de ecossistema dão maior destaque para os elementos bióticos da natureza. Porém, entende-se que o meio abiótico é tão importante quanto os seres vivos, sendo mais do que meros suportes para a vida no planeta. Por isso, neste trabalho, compreende-se o ecossistema como o conjunto de elementos abióticos (geodiversidade) e bióticos (biodiversidade), seus processos, fenômenos, sistemas, suas inter- e intra-relações.

2.3. Diversidade Natural

Enquanto ecossistema inclui diversas relações entre os elementos abióticos e bióticos, a diversidade natural de um local refere-se ao conjunto desses elementos, ou seja, é um termo restrito a todos os seres vivos e a parte abiótica da região, deve incluir, portanto, a diversidade biológica e a diversidade de ambientes físicos (DAVIS, 1988; CAMPOS *et al.*, 2013). Em resumo, a diversidade natural de um ecossistema é o conjunto de elementos bióticos e abióticos.

2.4. Sustentabilidade

Ser sustentável denota uma existência em coerência com a capacidade do meio em se manter estável. É, portanto, uma necessidade para a manutenção das condições ambientais no planeta. Wilkinson *et al.* (2001) já apontavam que para que o conceito de sustentabilidade fosse significativo, este deveria integrar a manutenção, renovação ou restauração de algo específico, mas também incluir a dimensão ética da equidade entre as pressões econômicas e a necessidade futura do meio ambiente.

De fato, alcançar a sustentabilidade – do latim *sustentare* – é um ato de permitir a continuidade da existência do universo, planeta, ecossistemas e comunidades (BOFF, 2015). A sustentabilidade

pode guiar as atividades humanas, a partir de uma equalização dos aspectos que gerem a vida em sociedade. Esse conceito visa a saúde, o balanceamento, resiliência e interconectividade dos ecossistemas sem desconsiderar a necessidade humana pelos elementos e serviços que a natureza pode dispor (MORELLI, 2011).

Equilíbrio é a palavra-chave condicionante para a subsistência dos ecossistemas, deve ser, portanto, guia essencial para todas as atividades no meio ambiente e que venham a afetar seus elementos abióticos e/ou bióticos. Para tanto, ações como determinação de pegada ecológica e desenvolvimento de uma economia circular podem e devem ser incentivadas.

Nesse sentido, o termo sustentabilidade, no sentido moderno e ambiental da palavra, teria surgido na década de 1970 (MEADOWS *et al.*, 1972; THE ECOLOGIST, 1972), no contexto de preocupações com o aumento populacional mundial e sua relação com o consumo dos recursos naturais, sobretudo os não-renováveis.

O desenvolvimento com foco na sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, é uma forma de garantir o pleno funcionamento da sociedade humana, em termos dos modelos econômicos vigentes, mas de forma ponderada e com foco também na manutenção das condições ambientais dos ecossistemas. Uma representação comum para a sustentabilidade é a de círculos intersectados entre si, indicando que a união dos interesses econômicos, sociais e ambientais integra o conceito (Figura 2.1).

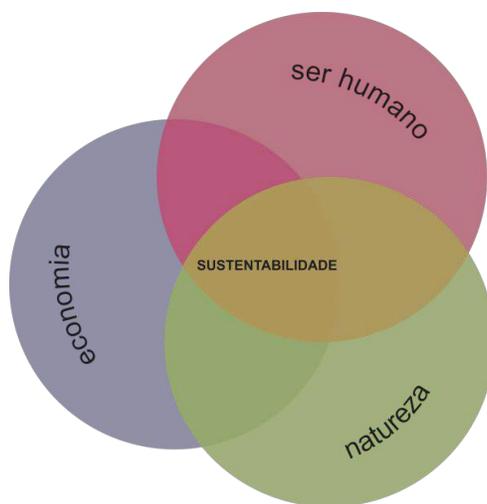


Figura 2.1 – A sustentabilidade é alcançada quando a tríade natureza-ser humano-economia convive em harmonia.

Em busca de um desenvolvimento sustentável e harmonioso com as necessidades do planeta, a Organização das Nações Unidas (ONU) adotou em 25 de setembro de 2015 a Resolução 70/1, intitulada, em tradução literal, “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (ONU, 2015).

Por meio de 17 objetivos (Figura 2.2) e 169 metas, os países se comprometeram a buscar, entre outras coisas, um padrão sustentável de produção e consumo de todos os recursos naturais, reconhecendo o aumento e intensidade dos desastres naturais, bem como que a saúde do planeta está em risco.



Figura 2.2 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Fonte: <https://www.comciencia.br/o-que-e-agenda-2030-das-nacoes-unidas-e-quais-sao-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>

Segundo Barbier e Burgess (2020), as dificuldades enfrentadas especialmente nos países em desenvolvimento no caminho para o desenvolvimento sustentável foi também um fator crítico durante a pandemia do COVID-19, a qual impactou até 12 objetivos da Agenda 2030 (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Impactos da pandemia do COVID-19 sobre o desenvolvimento das ODS da Agenda 2030. Fonte: Barbier e Burgess (2020).

ODS	Impacto COVID
1 – Erradicação da Pobreza	Perda de renda, aumento da pobreza
2 – Fome Zero	Interrupção da produção e distribuição de alimentos
3 – Boa Saúde e Bem-Estar	Resultados de saúde devastadores
4 – Educação de Qualidade	Fechamento de escolas, ensino remoto menos acessível
5 – Igualdade de Gênero	Ganhos econômicos das mulheres em risco
6 – Água Limpa e Saneamento	Interrupção do fornecimento de água e acesso inadequado
7 – Energia Acessível e Limpa	Interrupção do fornecimento de energia
8 – Emprego Digno e Crescimento Econômico	Contração e desemprego
11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis	Exposição de alta densidade populacional
13 – Combate às Alterações Climáticas	Menor comprometimento às ações globais
16 – Paz, Justiça e Instituições Fortes	Maiores conflitos, agitação civil
17 – Parcerias em Prol das Metas	Retrocessos contra globalização, nacionalismo crescente

Registrou-se, assim, o aumento da pobreza e no acesso à água potável e saneamento, além de um menor comprometimento no combate às mudanças climáticas. Portanto, a sustentabilidade é um desafio constante para o equilíbrio ambiental e social.

2.5. Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoparques

O termo geodiversidade surge a partir de discussões sobre a diversidade geomorfológica e de relevo em trabalhos da década de 1980 na Tasmânia, sendo que seu efetivo uso, no sentido atualmente empregado, se iniciou no começo da década de 1990 (SHARPLES, 1993; GRAY, 2004; GRAY, 2021). Após quase 30 anos de presença da palavra nos estudos especializados, a geodiversidade se consolidou como um conceito importante, assim como o seu paralelo para a diversidade biótica: a biodiversidade.

É possível fazer um recorte histórico praticamente paralelo para a difusão desses dois termos. Mesmo que a biodiversidade seja amplamente mais conhecida e divulgada, seu uso passou a ser mais intensificado a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), momento no qual, segundo Gray (2018), a atenção dos geocientistas se voltou para o fato de que eles têm por objeto de estudo uma diversidade de elementos e fenômenos naturais importantes, não englobados pela diversidade biótica.

Geodiversidade é a variedade natural de elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, incluindo suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens (GRAY, 2013). O termo, portanto, inclui minerais, rochas, solos, fósseis, relevos e suas diferentes formas, água subterrânea e superficial, processos tectônicos, erosivos, intemperismo, entre outros. São elementos essenciais para os ecossistemas, presentes e transformados ao longo de toda a história da Terra e fundamentais para que o planeta abrigasse vida.

À geodiversidade pode se atribuir valor, que denotam, em geral, a importância de seus elementos e justificam a sua conservação ou preservação. Um dos valores reconhecidos na literatura especializada é o intrínseco, não exclusivo da diversidade abiótica, mas que se refere ao valor de existência de algo, um valor por si mesmo.

Washington (2018) justifica que além de possuir valor intrínseco por ser a base da vida do planeta, a geodiversidade pode ser única, degradada e destruída. Isso não impede o seu uso, mas fortalece a razoabilidade do uso com respeito aos elementos abióticos da natureza.

A definição de outros valores para a geodiversidade é um dos tópicos com maior produção especializada, como apontado no trabalho de Zwolinski *et al.* (2018), e geralmente se dividem em métodos qualitativos, quantitativos ou quali-quantitativos.

Os métodos qualitativos são baseados no conhecimento e expertise dos avaliadores e são, em geral, descritivos. Os métodos quantitativos se baseiam em algoritmos, com informações derivadas de medições instrumentais, cálculos numéricos ou geoinformação. Por fim, métodos quali-quantitativos são construídos por uma combinação de dados qualitativos e quantitativos do tipo causa-efeito (ZWOLINSKI *et al.*, 2018).

Em um contexto mais recente, os serviços ecossistêmicos têm sido associados à geodiversidade como forma de avaliação, valoração e gestão da diversidade abiótica (GRAY, 2011, 2012, 2013; GORDON e BARRON, 2013; SILVA, 2016, 2018; SILVA *et al.*, 2018; ALAHUHTA *et al.*, 2018; BRILHA *et al.*, 2018; GARCIA, 2019; FOX *et al.*, 2020; REVERTE *et al.*, 2020; SILVA e NASCIMENTO, 2020).

Quando um elemento ou local possui uma geodiversidade de alto valor, Brilha (2018) indica que estamos diante de algo considerado excepcional, de um patrimônio geológico. Este autor costuma destacar a importância do valor científico para essa definição, mas mostra que outros valores são considerados na literatura, a exemplo dos valores econômico, funcional, educacional, cultural, estético, turístico, entre outros. Uma maior diversidade de valores pode definir também, neste entendimento, um maior valor geral para o local ou elemento avaliado.

Mansur (2018) mostra que o termo geopatrimônio tem sido utilizado, em especial por autores de língua portuguesa, como um termo mais abrangente, por incluir aspectos mais diversos como geologia, geomorfologia, pedologia, entre outros. Aqui não se faz tal distinção, entendendo os termos patrimônio geológico e geopatrimônio como sinônimos.

O patrimônio geológico compreende, portanto, aqueles locais ou elementos da geodiversidade que possuem um alto valor associado, geralmente um valor patrimonial, que justifica sua importância e embasa a necessidade de sua proteção. Importante frisar que o patrimônio geológico pode ser explorado de forma sustentável e aqueles locais que não necessitam de preservação, mas de conservação, podem ser utilizados para a prática do geoturismo, que segundo o que preconiza a Declaração de Arouca é o “turismo que sustenta e valoriza a identidade de um território, tendo em consideração a sua geologia, ambiente, cultura, estética, patrimônio e o bem-estar de seus residentes” (EUROPEAN GEOPARKS NETWORK, 2011).

De forma sucinta, Gray (2021) aponta a que a geodiversidade compreende especialmente a geologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia de um local. A diversidade abiótica está intrinsecamente relacionada com os serviços ecossistêmicos, que ele nomeia de serviços geossistêmicos, o geoturismo e o patrimônio geológico. Por sua vez, o reconhecimento do patrimônio geológico indica a necessidade de geoconservação (Figura 2.3).

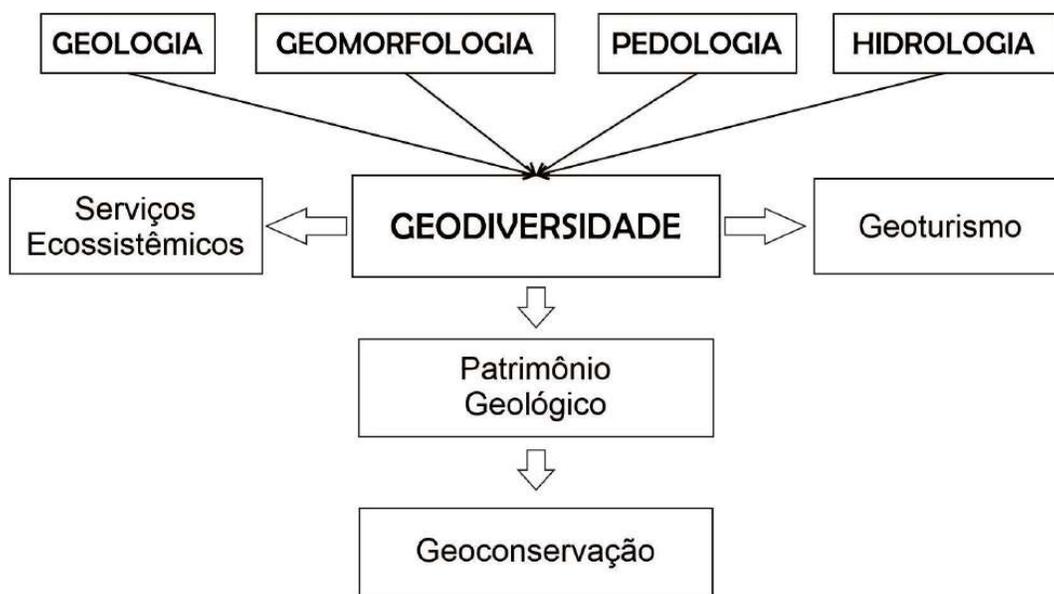


Figura 2.3 – A geodiversidade engloba elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos. Por sua vez, os elementos abióticos provêm serviços ecossistêmicos e podem ser utilizados pelo geoturismo, ao mesmo tempo que podem constituir um patrimônio geológico e serem alvo de ações de geoconservação. Modificado de Gray (2021).

A geoconservação pode ser definida como a ação tomada com a intenção de conservar e realçar elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, incluindo seus processos, sítios e espécimes. Envolve, portanto, a identificação, designação, proteção, gestão, promoção e interpretação de importantes sítios e paisagens, com especial destaque aos elementos da geodiversidade e o patrimônio geológico (BUREK e PROSSER, 2008; PROSSER, 2013).

Entende-se assim que a geoconservação é um conjunto de ações e políticas em prol da proteção, especialmente, da diversidade abiótica do planeta. É uma atitude que, segundo Gordon (2019) pode colaborar com a busca da sustentabilidade social, ambiental e econômica.

A União Internacional para Conservação da Natureza (*International Union for Conservation of Nature – IUCN*, inglês) frisa, por meio do trabalho de Crofts *et al.* (2020) a importância de incluir a geoconservação na gestão de áreas protegidas, apontando nove princípios norteadores (Quadro 2.2)

Quadro 2.2 – Princípios norteadores para geoconservação na gestão de áreas protegidas. Fonte: Crofts *et al.* (2020).

1. Os múltiplos valores da geodiversidade e do patrimônio geológico devem ser reconhecidos
2. Geoconservação efetiva requer uma abordagem rigorosa e sistemática a todos os aspectos de identificação, avaliação, gestão e monitoramento de sítios
3. A gestão de sistemas naturais deve “funcionar com a natureza”, permitindo a que os processos naturais operem com a total capacidade de sua variabilidade
4. Os sistemas e processos naturais devem ser baseados em uma compreensão sólida e gerenciados de maneira espacialmente integrada
5. As estratégias de geoconservação devem incluir avaliação de vulnerabilidade e de risco
6. A inevitabilidade de mudanças naturais deve ser reconhecida
7. Os efeitos das mudanças climáticas globais devem ser avaliados e mitigados na medida do possível
8. Sistemas naturais devem ser geridos nos limites de sua capacidade de absorver mudanças
9. A interação e interdependência da geodiversidade, biodiversidade e patrimônio cultural devem ser reconhecidas

Uma das formas de gestão de áreas com foco em ações de geoconservação é a designação de geoparques, que, segundo a UNESCO (2015), são áreas únicas e unificadas onde sítios e paisagens de significância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

Segundo o recorte histórico feito por Nascimento *et al.* (2022), a origem do conceito de geoparque se deu em 1989 na Alemanha, quando ocorreu a criação do Geoparque Distrital de Gerolstein, que tinha três objetivos: “proteger geossítios (locais com fósseis), promover o geoturismo e desenvolver o local economicamente”. Este território deu origem, posteriormente, ao Geoparque Vulkaneifel, um dos membros fundadores da Rede Europeia de Geoparques.

Em 2004, constituiu-se a Rede de Geoparques Mundiais (*Global Geoparks Network* – GGN, em inglês), inicialmente com apoio da UNESCO. Em 2015 a UNESCO adotou oficialmente os geoparques como um programa próprio, incluindo-os no que era, até então, o Programa Internacional de Geociências.

Até junho de 2022, 177 territórios em 46 países foram reconhecidos pelo Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO como Geoparques Mundiais (Figura 2.4). Destes, três estão localizados no Brasil: Araripe Geoparque Mundial da UNESCO (CE), Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (SC/RS) e Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (RN).



Figura 2.4 – Mapa simplificado de localização dos Geoparques Mundiais da UNESCO.

Fonte: <http://www.globalgeopark.org/index.htm>

Nos territórios de geoparque, as ações devem ser focadas, principalmente, na conservação da natureza, na promoção da educação e no desenvolvimento econômico sustentável por meio do turismo, por exemplo. Além disso, existem quatro pré-requisitos básicos (Figura 2.5) para que uma área seja designada como Geoparque Mundial:

- 1) Deve possuir um patrimônio geológico de relevância internacional, o que pode ser atestado por métodos científicos de avaliação;
- 2) Deve possuir uma estrutura clara de gestão, independente do modelo escolhido, se consórcio público, fundação, associação, ONG, entre outros;
- 3) Deve buscar dar visibilidade ao território, em diferentes níveis de divulgação;
- 4) Deve trabalhar em rede com diferentes parceiros, entidades e outros territórios de geoparque.



Figura 2.5 – Os quatro pré-requisitos básicos de todo geoparque. Fonte: Nascimento *et al.* (2022).

Portanto, para além da simples denominação, um geoparque é uma forma de enxergar um território na conjunção de seus patrimônios naturais, biológico e geológico, e cultural. Por meio da conservação desta tríade, desenvolve as comunidades locais, buscando a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. É assim, uma forma inovadora de gestão integrativa de territórios únicos no mundo.

2.6. Geoética

As ciências da Terra são responsáveis pela interpretação dos processos e elementos que compõem o planeta, sobretudo pelos componentes físicos da natureza. A partir dessa responsabilidade, surgiu o questionamento sobre a necessidade de uma reflexão filosófica da relação dos geocientistas com o seu objeto de estudo, de como o saber técnico-científico e a prática das geociências impacta o meio (PEPPOLONI e DI CAPUA, 2021).

Nesse contexto, a geoética é um termo que aborda as atitudes éticas em torno das atividades geocientíficas, entre outros. A Associação Internacional para Promoção da Geoética (IAPG, na sigla em inglês) conceitua o termo com quatro abordagens (IAPG, 2019):

- 1) Geoética consiste na pesquisa e reflexão sobre os valores que sustentam comportamentos e práticas apropriadas na interação das atividades humanas com o sistema Terra;
- 2) Geoética lida com as implicações éticas, sociais e culturais do conhecimento, educação, pesquisa, prática e comunicação em geociência, promovendo um ponto de intersecção entre geociências, sociologia, filosofia e economia;
- 3) Geoética representa uma oportunidade para geocientistas se tornarem mais conscientes de seu papel social e suas responsabilidades na condução de suas atividades;
- 4) Geoética é uma ferramenta para influenciar a preocupação da sociedade em relação aos problemas relacionados com os elementos e ambientes geológicos.

A geoética procura colocar os geocientistas nas discussões morais e éticas em torno do uso dos elementos naturais, bem como na modificação dos ambientes pela atividade antrópica. Também é função da geoética propor referências e diretrizes para o desenvolvimento socioeconômico sustentável, com respeito à natureza, ao mesmo tempo que procura fortalecer o trabalho geocientífico (MATTEUCCI *et al.*, 2014; PEPPOLONI e DI CAPUA, 2015; CASTRO *et al.*, 2018).

As atitudes dos geocientistas em trabalhos de campo, por exemplo, podem ser tomadas a partir de uma visão ética e com respeito ao meio ambiente, como indicam Mansur *et al.* (2017). A geoética tem a função também de colaborar com a sociedade nos desafios que a relação com o meio ambiente, impõe, sobretudo nas questões sobre mineração e educação (IMBERNON *et al.*, 2021).

2.7. Antropocentrismo

O antropocentrismo é uma visão que coloca o ser humano no centro de todas as relações naturais e entende que a humanidade é a maior e principal beneficiadora dos recursos naturais, por isso tem o direito de usufruir ao bem entender destes elementos. De origem grega, o termo surge, segundo Kopnina (2019) da junção das palavras *anthropos* (ser humano) e *kentron* (centro).

A visão de domínio do ser humano sobre a natureza tem um histórico que remonta à Antiguidade, passando pelos pensadores gregos, sobretudo Aristóteles que colocava o ser humano do sexo masculino como o proprietário por direito do que não possuiria racionalidade (seres vivos, crianças, escravos e mulheres) (FELIPE, 2009).

Os pensadores romanos, também embebidos do conhecimento grego, reforçaram o sentimento de que a natureza pertenceria aos seres humanos. Nesse mesmo contexto, veneravam seus imperadores como deuses, colocando um indivíduo humano numa categoria que, em tese, representaria um ser mítico de poderes sobre tudo e todos (EVELLE, 2013; MOORE, 2017). Essa doutrinação é percebida, ao longo da história, em diversas culturas.

Já no século XVII, René Descartes propôs um abandono às tradições, na busca da razão e objetividade na ciência, o que levou a um esquecimento da natureza, que é deixada de lado e desaparece sob o domínio de um dono, o ser humano (Grün, 2009).

Importante destacar também o papel da tradição judaico-cristã, na qual a natureza é por vezes interpretada como um “presente de Deus” aos humanos (WHITE, 1967). “Então disse Deus: ‘Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança. Domine ele sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu, sobre os grandes animais de toda a terra e sobre todos os pequenos animais que se movem rente ao chão’” (BÍBLIA, Genesis, 1, 26).

Discussões mais aprofundadas sobre o antropocentrismo nas doutrinas religiosas estão disponíveis nos trabalhos de Snodgrass e Gates (1998), Moritz (2012) e Simkins (2014), entre outros.

Em relação aos estudos técnico-científicos, o antropocentrismo é a ética predominante, o que se percebe também nas tomadas de decisão e governança a nível internacional (Washington *et al.*, 2017). De fato, a maioria das atitudes tomadas individualmente ou em sociedade convergem para o aprimoramento de processos e do bem-estar antrópico, o que teve como consequência a atual crise ambiental em que se encontra o planeta.

Amplamente utilizados e pesquisados nos estudos da natureza, tanto biótica como abiótica, os chamados serviços ecossistêmicos são antropocêntricos, definidos como condições e processos naturais que sustentam a vida humana (Fisher *et al.*, 2009) ou ainda como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MA, 2005). Independente da conceituação, “permanece a importância da relação do ser humano com a natureza e os benefícios” que se obtém a partir dela (Silva *et al.*, 2018). Porém, não são apenas os seres humanos que se beneficiam dos processos, fenômenos e elementos dos ecossistemas.

Uma existência sustentável é ameaçada pelo antropocentrismo, cuja predominância é observada nas sociedades e nas ciências, apesar de sua ilusão em colocar o ser humano no centro do mundo e sua inexequibilidade na manutenção de um equilíbrio socioambiental (BOFF, 2015; FRANCISCO, 2015; WASHINGTON *et al.*, 2017).

2.7.1. Críticas ao Antropocentrismo

Purser & Montuori (1996) afirmam que a crítica ao antropocentrismo vai além da centralização da natureza sob o domínio do ser humano, mas também por ser ele o definidor dos valores de todas as coisas, levando a uma arrogância e insensibilidade moral, gerando uma competição ser humano *versus* natureza. E, ainda, uma superavaliação dos benefícios econômicos e sociais em relação ao ambiente natural, análises comuns, por exemplo, nos estudos necessários ao licenciamento ambiental de atividades poluidoras.

Para Hage & Rauckienè (2004), o antropocentrismo não resolve a crise ecológica em que o mundo se encontra atualmente, que está enraizada nos aspectos ambientais, filosóficos, pedagógicos e culturais da ciência e do cotidiano das sociedades. A partir do momento em que se reconhece a responsabilidade da humanidade nas intensas mudanças que o meio ambiente tem sofrido, precisa-se também compreender que os modelos éticos-econômicos-industriais da sociedade contemporânea não são mais comportados pelos elementos naturais da Terra.

Nos últimos 30 anos, a ciência vem evoluindo no entendimento das mudanças climáticas e da participação das atitudes antrópicas na aceleração deste processo. Contudo, nos tempos mais recentes, como aponta Salinger (2010), o número de pessoas descrentes e que negam as evidências do aquecimento global tem crescido e é decorrente também da ética antropocêntrica.

Câmara (2017), ao se debruçar sobre o direito ambiental e sua relação com as éticas ambientais, aponta quatro objeções ao antropocentrismo (Quadro 2.3).

Quadro 2.3 – Quatro objeções ao antropocentrismo segundo Câmara (2017).

1. Os seres humanos não estão no centro do universo, nem são biologicamente diferentes de outras formas de vida.
2. O antropocentrismo, por meio do capitalismo, gerou nível desastroso de degradação ambiental.
3. Os critérios utilizados para a defesa da suposta superioridade humana são capazes de excluir grupos cognitivamente deficientes entre os próprios seres humanos (bebês, idosos, pessoas em coma, pessoas deficientes).
4. Se de fato os seres humanos são superiores e dotados de liberdade, o antropocentrismo impede a ruptura com essa forma de pensar.

Críticas ao modelo antropocêntrico são encontradas mesmo nas culturas religiosas, a exemplo da católica em que seu atual líder, o Papa Francisco, publicou sua primeira carta encíclica, documento pontifício dirigido a todos os fiéis, com pensamentos sobre a proteção do meio ambiente, versando com dados científicos, além das reflexões cristãs. Ele afirma: “[...] não basta pensar nas diferentes espécies como eventuais ‘recursos’ exploráveis, esquecendo que possuem um valor em si mesmos” (Francisco, 2015, p.26).

Por meio do texto, o Papa reflete sobre a necessidade de um novo modelo social e ecológico, afirmando que o antropocentrismo se encontra em crise e falhou no cuidado com a natureza, propõe, então, o que ele chama de “ecologia integral”. Para o Papa, “quando o ser humano se coloca no centro, acaba dando prioridade absoluta aos seus interesses contingentes, e tudo o mais se torna relativo” (Francisco, 2015, p. 76).

Krenak (2019) afirma que:

devíamos admitir a natureza como uma imensa multidão de formas, incluindo cada pedaço de nós, que somos parte de tudo: 70% de água e um monte de outros materiais que nos compõem. E nós criamos essa abstração de unidade, o homem como medida das coisas, e saímos por aí atropelando tudo, num convencimento geral até que todos

aceitem que existe uma humanidade com a qual se identificam, agindo no mundo à nossa disposição, pegando o que a gente quiser.

O antropocentrismo, portanto, distancia o ser humano de uma relação harmônica com a natureza. As críticas ao antropocentrismo podem levar a crer que existe nesses críticos um sentimento de misantropia, mas como Lourenço (2019) afirma, não se trata disso. Mas de que a valoração ou o reconhecimento do valor da vida humana não pode se sobrepor ao “reconhecimento do valor intrínseco de outras entidades não humanas”.

2.8. Ecocentrismo

Entende-se ecocentrismo como uma forma de enxergar o mundo com os ecossistemas no centro dos fenômenos naturais. Correlaciona os interesses e comportamentos pró-ambientais, por meio de atitudes proativas de combate às mudanças climáticas, principalmente porque parte de um racionamento moral a parte do ser humano e para com o ambiente natural e ecológico (SUÁREZ *et al.*, 2007).

Paralelamente ao ecocentrismo, existe o biocentrismo, porém este foca principalmente nos direitos morais de existência de todos os seres vivos (LOURENÇO, 2019). Sabe-se que os ecossistemas são formados por elementos bióticos e abióticos. Portanto, a centralidade dos seres vivos em detrimento dos “não-vivos” parece não ser ideal numa visão holística de valorização dos ecossistemas.

O ecocentrismo tem sua origem embrionária no trabalho de Aldo Leopold, sobretudo pela publicação do *A Sandy County Almanac* em 1949, cuja primeira edição brasileira foi publicada somente em 2019 pela Editora da UFMG. O “Almanaque de um Condado Arenoso e Alguns Ensaios Sobre Outros Lugares” é um relato sobre a diversidade natural vivenciada pelo autor, mas que no final apresenta a sua *Ética da Terra*.

Para Leopold (2019), é necessária uma intensa relação do ser humano com o planeta, uma relação que passa além de critérios científicos, para ele é inconcebível que “uma relação ética com a terra possa existir sem amor, respeito e admiração por ela”.

Enquanto a *Ética da Terra* de Leopold pode ser considerada o pontapé inicial nas discussões éticas que resultaram no ecocentrismo, o termo em si começou a aparecer mais contundentemente na literatura a partir da década de 1980, em discussões sobre ambientalismo, política ambiental, direito dos animais, além da compreensão sobre ética ambiental na filosofia (O’RIORDAN, 1985; O’SULLIVAN, 1986; ECKERSLEY, 1990; WADE, 1990).

Thompson e Barton (1994) definem ecocentrismo como o ato de valorar a natureza pelo seu próprio bem. No mesmo estudo, as autoras avaliaram dois grupos de pessoas para identificar se suas

atitudes são ecocêntricas ou antropocêntricas e, através disto, observaram que aqueles que demonstraram tendência maior ao antropocentrismo possuem um interesse mais apático em relação ao meio ambiente, com um menor comportamento conservacionista.

Hay (2010) destaca a característica de rede do ecocentrismo, pois nesta ética tudo é interconectado, além das comunidades de seres vivos e o meio abiótico, também há um destaque para a conexão entre os indivíduos.

Alguns autores afirmam que a preservação da natureza deve levar em conta os benefícios obtidos a partir dela para os seres humanos, mas, como afirma Kopnina (2012), isto não é suficiente, uma vez que apenas alguns elementos da natureza são de interesse e uso antrópico, o que desprotege, em essência, os demais componentes do meio ambiente.

Abreu e Bussinguer (2013) enxergam o ecocentrismo como pensamento predominante na elaboração de algumas legislações brasileiras, citando como exemplo a Política Nacional do Meio Ambiente, que protege o meio ambiente, de forma globalizada, através de seus elementos abióticos e bióticos, independentemente das benesses que possam trazer ao ser humano.

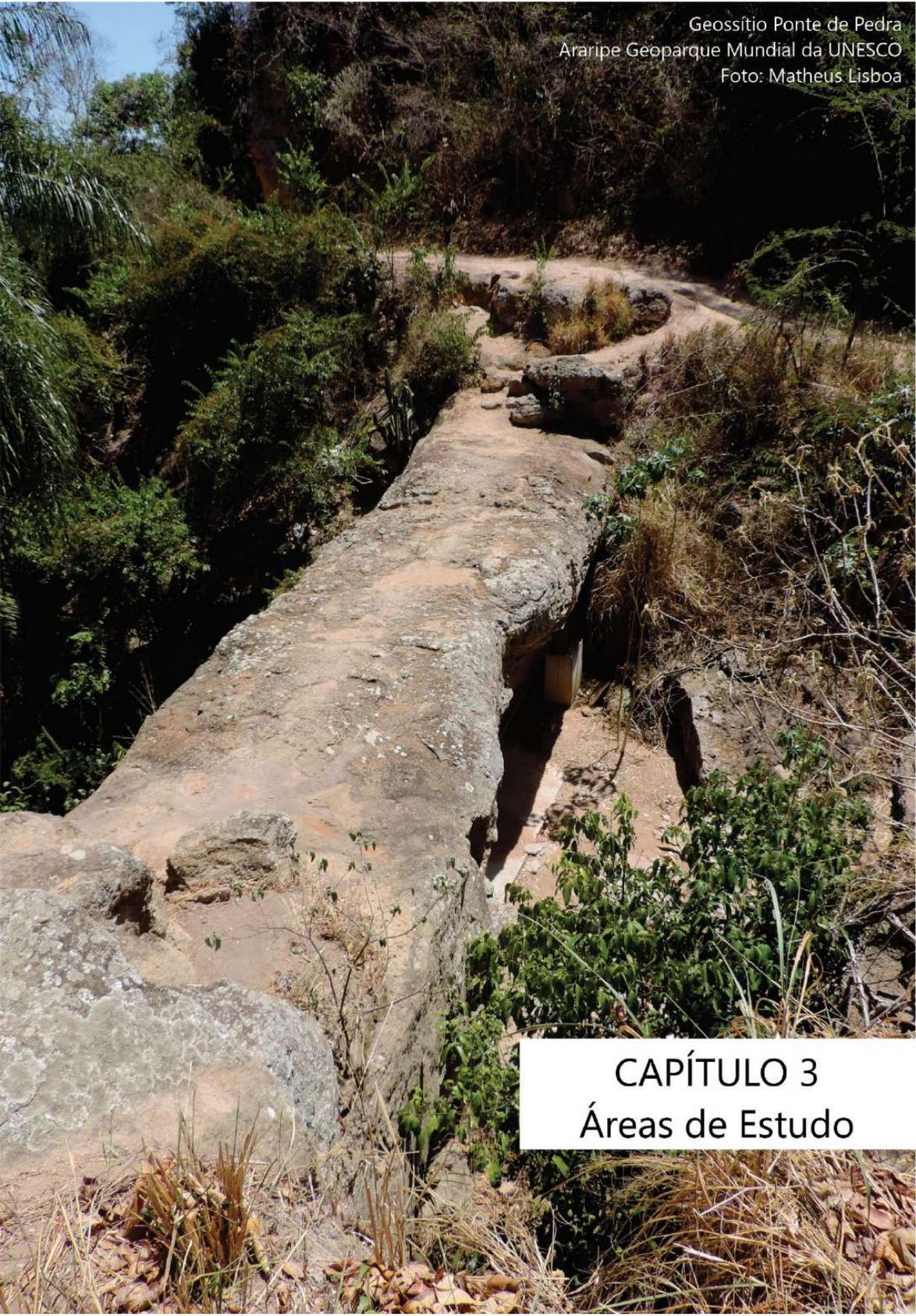
No continente americano, as constituições da Bolívia e Equador resguardam o direito da Terra de existir, configurando-a como sujeito alvo das respectivas legislações e garantindo a sua proteção para as gerações vindouras (TOLENTINO e OLIVEIRA, 2015). Esta visão é tipicamente ecocêntrica, que coloca a natureza no centro das tomadas de decisão, não mais o ser humano, como na ética antropocêntrica.

Para Câmara (2017) há uma “necessidade de reavaliar a posição ocupada pelos seres humanos diante da realidade sistêmica e interrelacional das diversas formas de vida”. Para a autora, a ética ecocêntrica dialoga com as ciências jurídicas na busca pelas garantias de direito de toda a natureza.

Kopnina *et al.* (2018) afirmam que o antropocentrismo não pode guiar a humanidade para um futuro sustentável, ao passo que o ecocentrismo entende que o ser humano é parte da natureza, não sendo seu senhor feudal, proprietário e dominador. Assim, esta corrente entende que o ser humano deve respeitar toda a rede natural do ecossistema e, portanto, deve empenhar esforços para sua proteção e, quando necessária, preservação. A abordagem ecocêntrica precisa, como afirma Beau (2019), pensar na integração das atividades humanas nos sistemas ecológicos, sem que estes desapareçam atrás da espessa camada de construções sociais.

O ser humano é dependente do ecossistema, mas não é o único e precisa se posicionar corretamente na relação com a natureza. Os trabalhos da literatura científica mostram que existe uma necessidade de se mudar a ética principal das relações com a natureza, direcionando-se para um panorama ecocêntrico, que além de ser multidisciplinar, dialogando com diversas áreas de conhecimento e da sociedade, pode melhor compreender o papel da humanidade no ecossistema.

Entende-se, assim, que o ecocentrismo é uma alternativa ao antropocentrismo, sendo uma abordagem ética com foco no ecossistema como um todo, buscando compreender as relações internas e externas entre as comunidades de seres vivos e os ambientes físicos que habitam e as rodeiam. Nesse sentido, busca-se neste trabalho uma análise da importância dos elementos abióticos da natureza, a geodiversidade, para todo o ecossistema, não somente para os benefícios antrópicos.



Geossítio Ponte de Pedra
Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
Foto: Matheus Lisboa

CAPÍTULO 3
Áreas de Estudo

3. ÁREAS DE ESTUDO

Para compreender a aplicabilidade de um método quali-quantitativo, para valoração da geodiversidade com base no ecocentrismo, é preciso que este seja testado em diferentes ambientes, de forma a abarcar a maior quantidade de relações e processos possíveis. Assim, foram escolhidas três áreas de estudo para esse trabalho por se tratarem de contextos geológicos diferentes, além de serem territórios de geoparque, com exemplos claros de gestão sustentável do meio ambiente.

Dessa forma, as áreas de estudo são: dois geoparques mundiais, ambos localizados no Nordeste brasileiro – Araripe (Ceará) e Seridó (Rio Grande do Norte) – e um projeto de geoparque no estado do Rio de Janeiro, Costões e Lagunas. Geologicamente, o território do Geoparque Araripe é composto essencialmente pela Bacia do Araripe, a maior bacia sedimentar interiorana do Brasil, de idade Jurássico-Cretácea, e considerada um *hotspot* de geodiversidade (BÉTARD *et al.*, 2018). Já o Geoparque Seridó é essencialmente cristalino, com destaque para rochas metamórficas supracrustais do Grupo Seridó, do Neoproterozoico (NASCIMENTO *et al.*, 2021a). Por fim, o projeto Geoparque Costões e Lagunas possui uma grande diversidade geológica com registros do Paleoproterozoico, Neoproterozoico, Mesozoico e Cenozoico, principalmente (MANSUR *et al.*, 2012). A Figura 3.1 mostra a localização das três áreas de estudo.

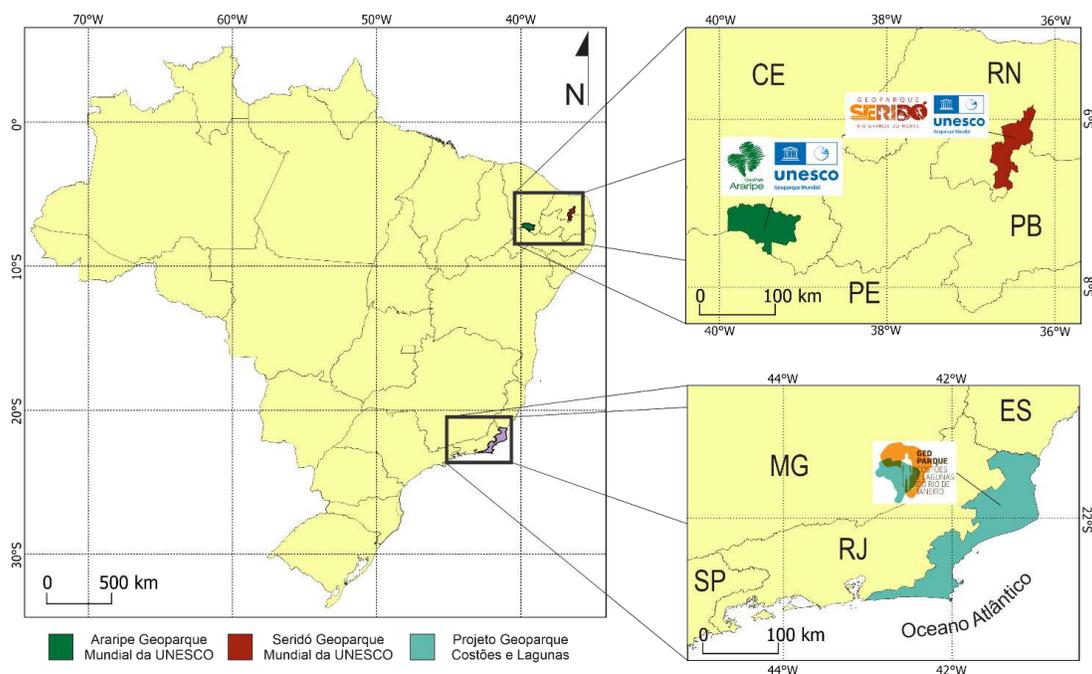


Figura 3.1 – Mapa de localização das áreas de estudo

Regionalmente, contudo, todos os territórios estão inseridos no contexto da Plataforma Sul-Americana, representada pela porção continental estável durante a evolução, no Mesozoico-Cenozoico, das faixas móveis do Caribe e Andina. Os registros dos diferentes eventos que ocorreram ao longo da história geológica representam processos de fusão, tafrogênese e fissão de grandes massas continentais (SCHOBENHAUS e BRITO NEVES, 2003).

Os movimentos ocorridos durante o Ciclo Brasileiro-Pan Africano foram especialmente responsáveis por moldar o embasamento das três áreas de estudo, englobadas pela Província Borborema (Figura 3.2), no caso dos geoparques Araripe e Seridó, e pela Província Mantiqueira (Figura 3.2), no projeto Geoparque Costões e Lagunas.

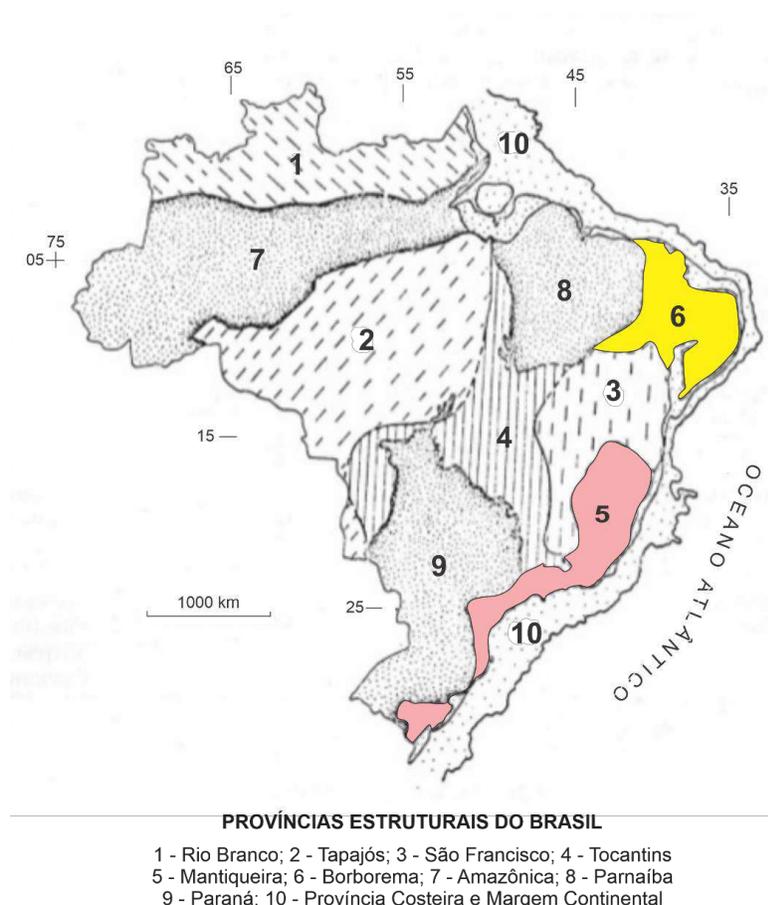


Figura 3.2 – Províncias estruturais do Brasil, com destaque para as Províncias Mantiqueira (5) e Borborema (6).

Modificado de Almeida *et al.* (1981).

A Província Borborema representa um sistema de dobramentos de arranjo complexo, em mosaico, cobrindo uma área de 380.000 km² do nordeste brasileiro, sendo limitada pelas províncias São Francisco e Parnaíba, além de bacias costeiras e a margem continental (ALMEIDA *et al.*, 1977;

1981). Segundo a compartimentação da província como apresentada por Brito Neves *et al.* (2021), destacam-se aqui a subprovíncia norte, localizada ao norte do Lineamento Patos, e a zona transversal, entre os lineamentos Patos e Pernambuco.

Na porção norte (Figura 3.3), define-se os domínios, de leste para oeste e limitados por zonas de cisalhamento de direção NE-SW: São José de Campestre, Rio Piranhas-Seridó e Jaguaribeano. No Domínio Rio Piranhas-Seridó está localizado o território do Geoparque Seridó, em que ocorrem principalmente complexos gnáissico-migmatíticos, tipicamente o Complexo Caicó, com supracrustais neoproterozoicas (Grupo Seridó), destacando ainda uma granitogênese brasileira importante (BRITO NEVES *et al.*, 2021).

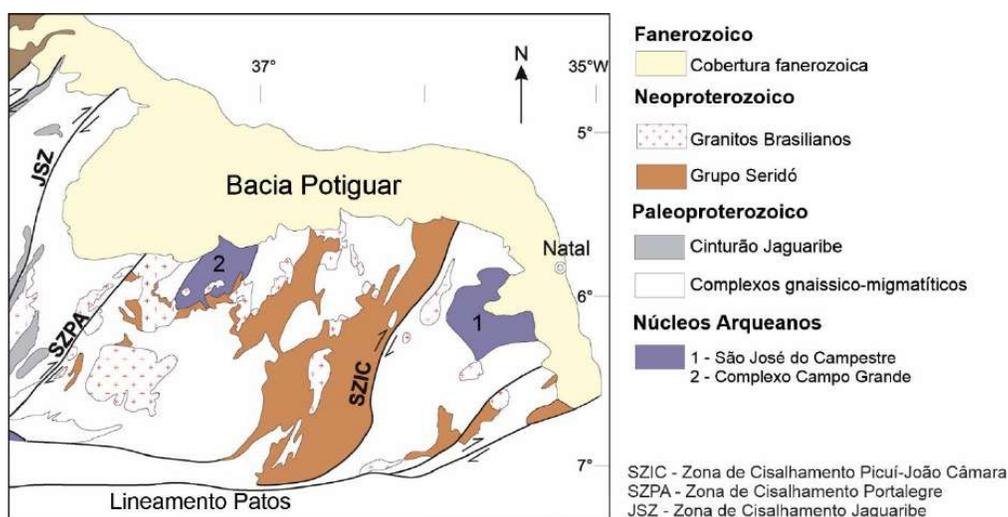


Figura 3.3 – Mapa da porção norte da Província Borborema, com destaque ao Rio Grande do Norte.

Fonte: Brito Neves *et al.* (2021).

Na porção transversal, em que está localizado o território do Geoparque Araripe, encontram-se diversas ramificações de ocorrências pré-Brasiliano que formam diferentes terrenos tectonoestratigráficos (Figura 3.4). Destacam-se as assembleias de rochas paleoproterozoicas e as associadas com o evento Cariris Velho, do Toniano. No território estudado, observa-se principalmente a ocorrência dos terrenos São José do Caiana, com ortognaisses TTG, xistos e calcissilicáticas, e São Pedro, com ortognaisses TTG de alto grau, metasedimentares subordinadas e rochas metamáficas e metaltramáficas (BRITO NEVES *et al.*, 2021).

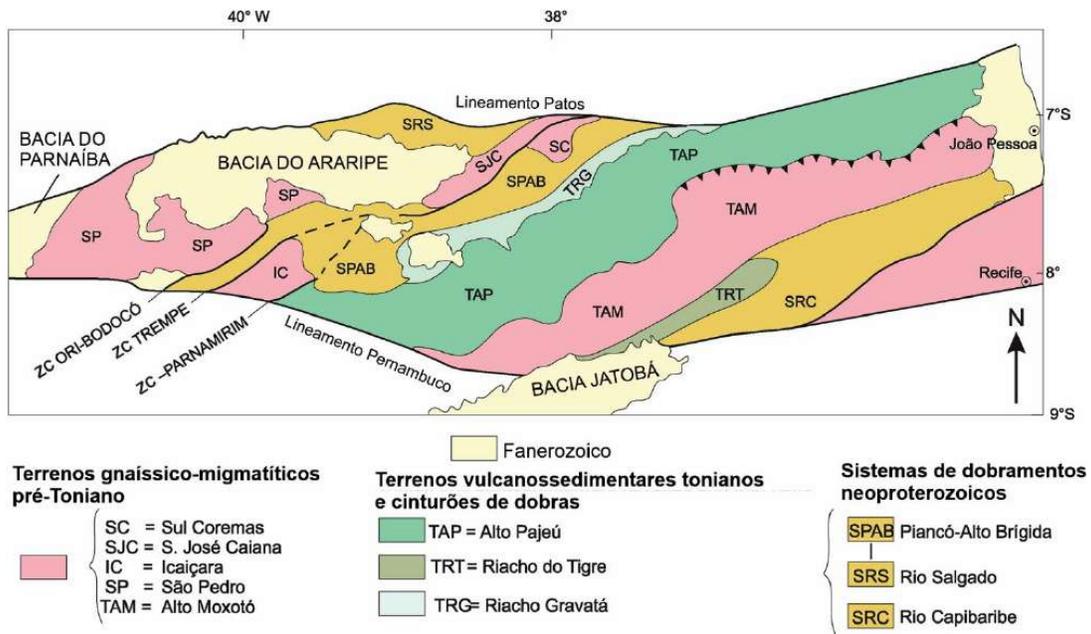


Figura 3.4 – Mapa da porção transversal da Província Borborema. Fonte: Brito Neves *et al.* (2021).

A Província Mantiqueira é constituída por três sistemas de dobramentos e orógenos colisionais evoluídos ao longo do Neoproterozoico, possui uma área total de cerca de 450.000 km², sendo limitada pelas províncias São Francisco, Tocantins e Paraná, além de bacias costeiras e a margem continental (ALMEIDA *et al.*, 1977; 1981). Destaca-se uma de suas subdivisões que é a Faixa Ribeira, faixa móvel desenvolvida entre os antigos crátons do Congo e São Francisco. Entre os núcleos paleoproterozoicos descritos para a Faixa Ribeira, destaca-se o Complexo Região dos Lagos localizado no Terreno Cabo Frio (Figura 3.5), que ocorre na região do Projeto Geoparque Costões e Lagunas e compreende ortognaisses tonalíticos a granodioríticos, além de unidades supracrustais. Está, por sua vez, relacionado com o final do processo de colagem do Gondwana, amalgamado em 520 Ma, no que está descrito na literatura como Orogenia Búzios (SCHMITT *et al.*, 2004; HEILBRON *et al.*, 2010; BRITO NEVES *et al.*, 2021). Lagunas cenozoicas com a presença de estromatólitos holocênicos completam a raridade regional.

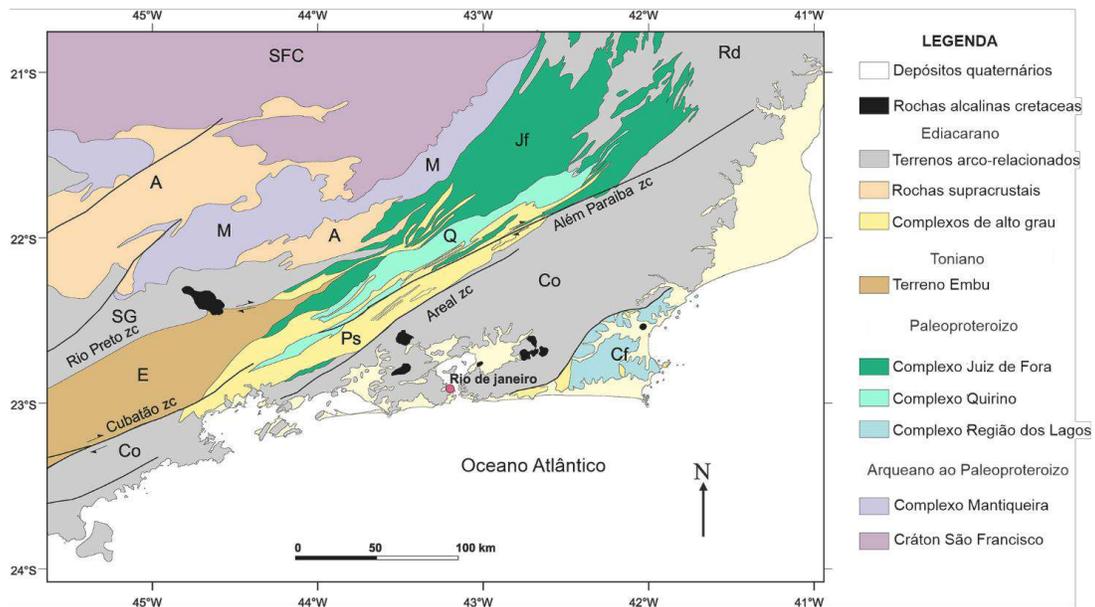


Figura 3.5 – Mapa da porção setentrional da Província Mantiqueira. Fonte: Brito Neves *et al.* (2021).

3.1. Araripe Geoparque Mundial da UNESCO

Primeiro Geoparque Mundial da UNESCO no Brasil, foi reconhecido em 2006 e durante 15 anos foi o único território brasileiro incluído na Rede de Geoparques Mundiais. O território possui uma área aproximada de 3.441 km², está localizado no sul do estado do Ceará e compreende seis municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri. A população estimada é de 542.929 habitantes (IBGE, 2021).

Geologicamente, o território é essencialmente composto pela Bacia do Araripe (Figura 3.6), bacia interior do tipo rifte cujo embasamento é representado pelos terrenos cristalinos desenvolvidos durante o Ciclo Brasileiro e que compõem a Província Borborema (ALMEIDA *et al.*, 1977; 1981), especificamente pelo Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida, desenvolvido no Criogeniano-Ediacarano, classificado como um sistema de dobramentos em mosaico (BRITO NEVES *et al.*, 2018).

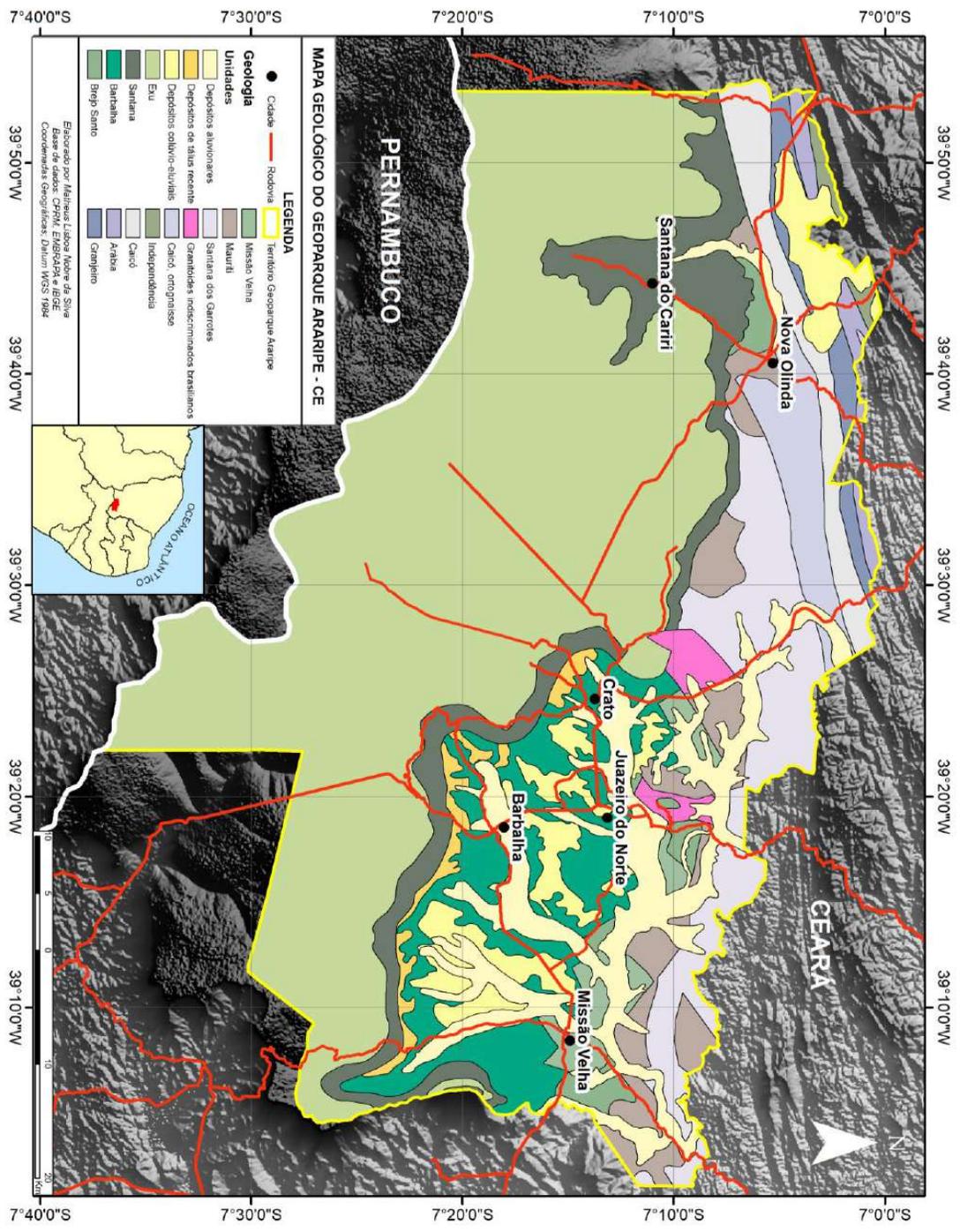


Figura 3.6 – Mapa geológico simplificado do território do Geoparque Araripe.

Sobre este embasamento, foi desenvolvida uma bacia do tipo rifte, dividida em quatro seqüências: paleozoica, pré-rifte, rifte e pós-rifte (ASSINE, 1992; 1994), sendo a última posteriormente dividida em pós-rifte I e II (ASSINE, 2007). Assine (1994) mostra que estas seqüências apresentam paleocorrentes fluviais bem definidas, com mudanças de direção e mergulho ao longo do tempo geológico, refletindo as atividades estruturais pelas quais a região passou.

O trabalho de Camacho e Sousa (2017) apresenta uma segmentação da bacia, de oeste para leste, num arranjo de grábens e *horsts*, com alinhamentos alongados, de padrão sinuoso, que se comporta em semelhança com a estruturação das zonas de cisalhamento no embasamento da região.

A seqüência paleozoica é constituída pela Formação Cariri, de arenitos imaturos, granulometria média a muito grossa, grãos angulares a subangulares, cujo ambiente deposicional foi interpretado como fluvial entrelaçado. A seqüência posterior, pré-rifte, é formada pela Formação Brejo Santo – folhelhos e lamitos formados em ambiente lacustre – e pela Formação Missão Velha, constituída por arenitos quartzosos, feldspáticos e caolínicos, caracterizada também pelo importante conteúdo fóssilífero florístico, o ambiente deposicional é planície fluvial. A fase rifte da bacia compõe uma seqüência caracterizada pela Formação Abaiara, arenitos com destacada variação faciológica lateral, de idade neocomiana, sedimentados em tratos deposicionais continentais. (ASSINE, 2007).

A fase pós-rifte, desenvolvida entre o Aptiano e o Cenomaniano, é constituída pelo Grupo Araripe, sendo à seqüência I as Formações Barbalha, arenitos com intercalações de folhelhos, e Santana (Figura 3.7), composta essencialmente por folhelhos (ASSINE, 2007; BOOS e VEGA, 2011). A Formação Santana, especialmente seus membros Crato e Romualdo, possui importantes registros paleontológicos, com alta diversidade, de espécimes de aracnídeos, crustáceos, insetos, peixes, crocodilos, dinossauros, pterossauros, além de exemplares de flora. Essa diversidade caracteriza essas unidades como *Lagerstätten* (CARVALHO *et al.*, 2021).

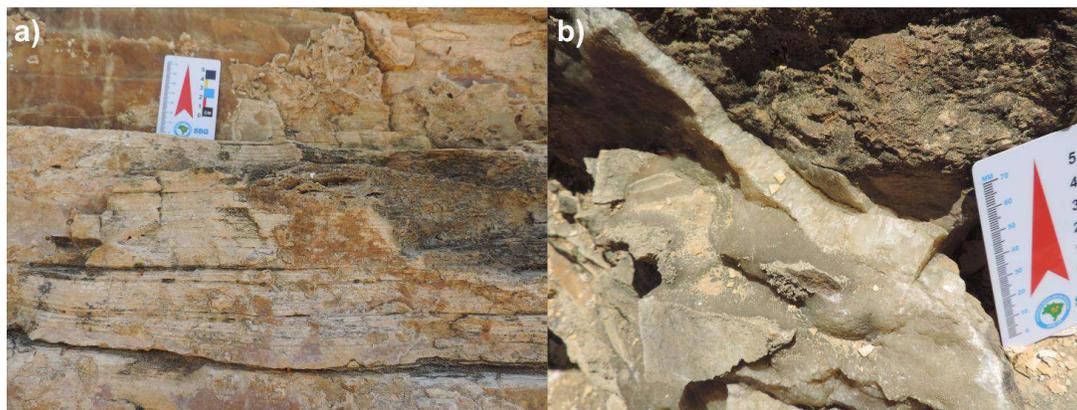


Figura 3.7 – Folhelho da Formação Santana (a) e Camada de Gipsita (b).

A sequência pós-rifte II, responsável pela constituição geológica da Chapada do Araripe, anteriormente era caracterizada apenas pela Formação Exu, sendo esta dividida em Membro Superior e Inferior (ASSINE, 1992; 1994), porém o trabalho de Assine (2007) reconhece uma discordância regional dividindo a formação, denominou, assim, as Formações Araripina e Exu, para a porção inferior e superior da unidade, respectivamente. A Formação Araripina é constituída por ritmitos, com arenitos finos e lamitos, cuja estruturação está relacionada com evento tectônico sin-deposicional.

A Formação Exu, topo da Bacia do Araripe, é constituída por arenitos de coloração avermelhada, que se destaca na observação da unidade, com granulometria variável, depositados em ambiente fluvial meandrante (ASSINE, 2007; HERZOG *et al.*, 2008). Indica uma reativação tectônica da região, evidenciado pelo movimento de epirogenia no Albiano (ASSINE, 1992).

A geodiversidade da região do Araripe constitui um importante patrimônio geológico de valor internacional, tendo destaque para seu conteúdo paleontológico, mas também por suas características geomorfológicas e hidrológicas (ARAÚJO e PEREIRA, 2018; BÉTARD *et al.*, 2018; CARVALHONETA *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2020).

São nove geossítios oficializados e estruturados para visitação no território, porém outros dois estão em investigação para serem incluídos no inventário do geoparque, Santa Fé e Caldeirão de Santa Cruz, assim, neste trabalho, onze locais foram objeto de análise, conforme Quadro 3.1 e Figura 3.8.

Quadro 3.1 – Lista de geossítios avaliados no território do Geoparque Araripe.

ID	GEOSSÍTIO	COORDENADAS (UTM WGS 84 Z24S)		MUNICÍPIO
		X	Y	
1	Parque dos Pterossauros	420845	9203868	Santana do Cariri
2	Pontal de Santa Cruz	418993	9202930	
3	Pedra Cariri	423249	9212736	
4	Floresta Petrificada	490885	9196774	Missão Velha
5	Cachoeira de Missão Velha	484077	9201634	
6	Colina do Horto	465885	9207540	Juazeiro do Norte
7	Ponte de Pedra	430545	9209828	Nova Olinda
8	Batateira	451570	9200696	Crato
9	Riacho do Meio	463494	9185652	Barbalha
10	Santa Fé	443772	9206950	Crato
11	Caldeirão de Santa Cruz	437750	9217029	

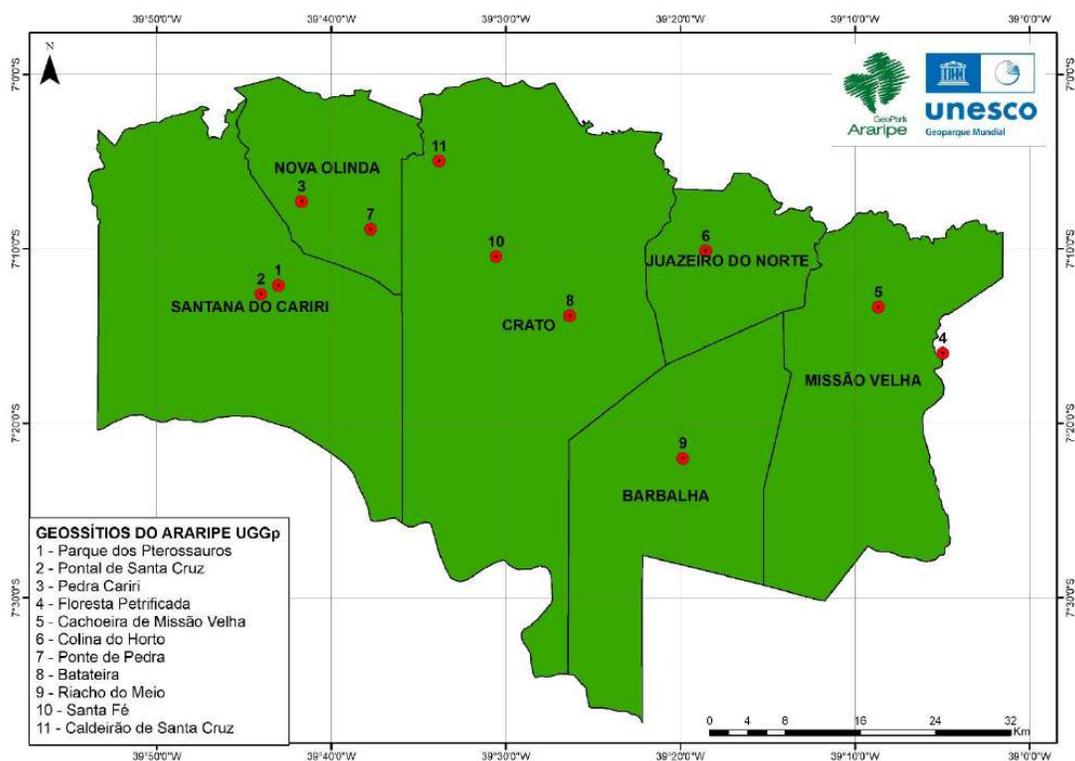


Figura 3.8 – Mapa de localização dos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO avaliados neste trabalho.

3.2. Seridó Geoparque Mundial da UNESCO

No início do desenvolvimento deste trabalho, o território do agora Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, possuía o status de Aspirante. Desde 13 de abril de 2022, porém, foi reconhecido pelo Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO e inserido da Rede de Geoparques Mundiais.

Com aproximadamente 2.800 km², está localizado no interior do Rio Grande do Norte, abrange seis municípios: Acari, Carnaúba dos Dantas, Cerro Corá, Currais Novos, Lagoa Nova e Parelhas. Sua população estimada é de 113.098 habitantes (IBGE, 2021).

A geologia do território possui sete principais agrupamentos (Figura 3.9), com destaque às metamórficas supracrustais e vulcanismos registrados, principalmente, no Ediacarano e Cretáceo Inferior. O embasamento é compreendido pelo Complexo Caicó, composto por rochas gnaissico-migmatíticas, com idade de 2,2 Ga (JARDIM DE SÁ, 1994; NASCIMENTO e FERREIRA, 2012; MEDEIROS *et al.*, 2012).

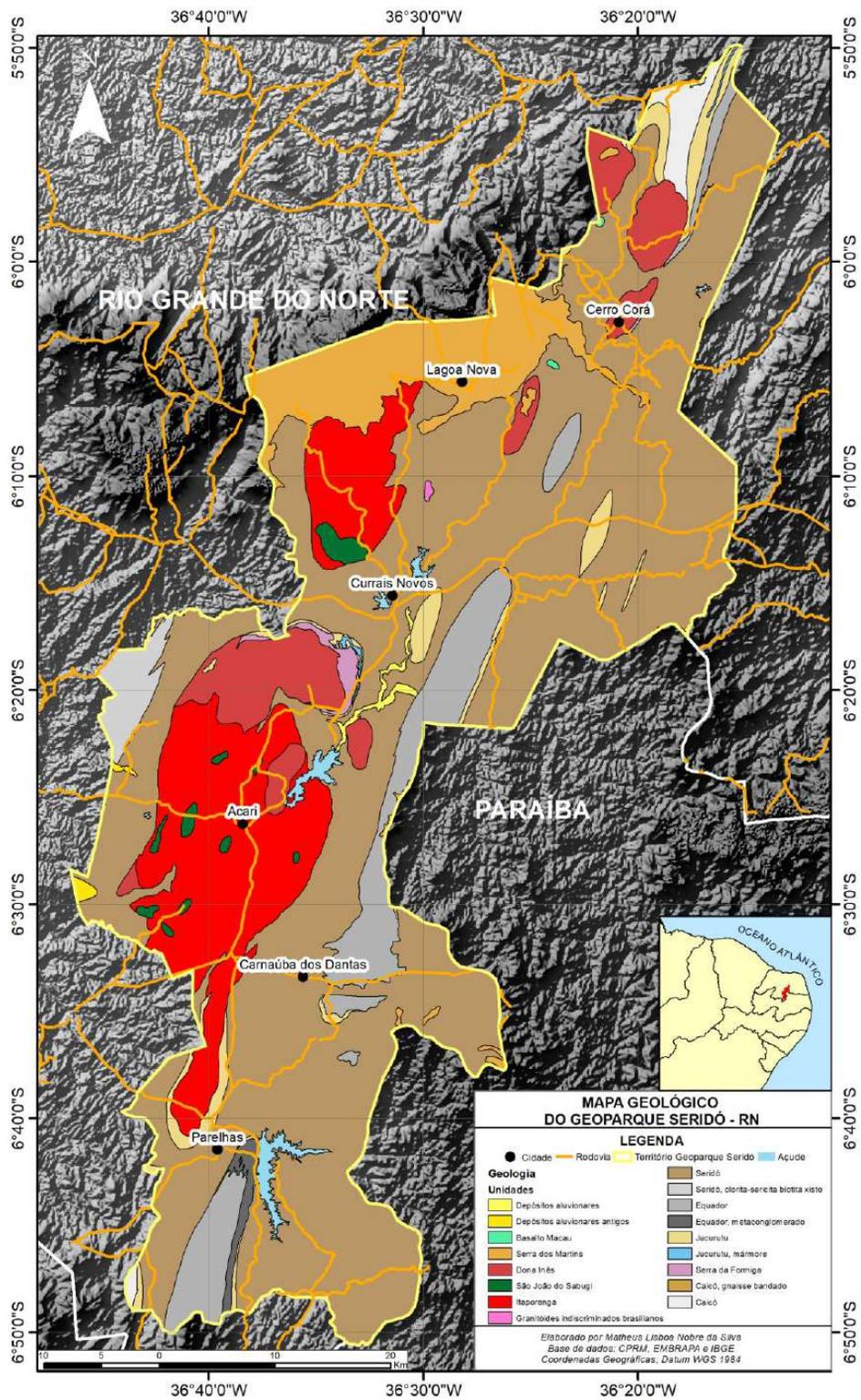


Figura 3.9 – Mapa geológico simplificado do Geoparque Seridó.

O Grupo Seridó, entretanto, é o que tem maior expressão geográfica, ocupando quase de 70% do território (NASCIMENTO *et al.*, 2021b). Com uma orientação principal NNE, é composto pelas formações Jucuturu, Equador e Seridó (Figura 3.10), da base para o topo, compreende rochas metamórficas como paragnaisses, quartzitos, metaconglomerados, micaxistos, mármore e calcissilicáticas (ANGELIM *et al.*, 2006).



Figura 3.10 – Micaxisto da Formação Seridó com níveis de aplito e *boudins*. A Formação Seridó compõe aproximadamente 70% do território do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

O registro geológico é complementado pelas suítes intrusivas edicaranas, as quais, no território, se identificam três principais que Nascimento *et al.* (2015) assim classificam: Suíte Shoshonítica, Suíte Cálcio-Alcalina de Alto K Porfírica e Suíte Cálcio-Alcalina de Alto K Equigranular. No primeiro agrupamento estão básicas a intermediárias, apresentando cor cinza a preta, com granulação fina a média. São essencialmente: gabros, gabro-noritos, dioritos, quartzodioritos, monzodioritos, monzonitos, quartzo monzonitos, tonalitos e granodioritos. A Suíte Porfírica, com esse padrão textural, é composta por monzogranitos, apresentando variações a quartzo monzonitos, sienogranitos ou granodioritos. Já a Suíte Equigranular é formada por

monzogranitos e tonalitos, equigranulares de granulação fina a média. (ANGELIM *et al.*, 2006; FARIAS *et al.*, 2011; SÁ *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2015).

Ainda são descritos na região diques pegmatíticos cambrianos, uma importante característica na paisagem da região, bem como diabásios e basaltos relacionados com o Vulcanismo Rio Ceará-Mirim, de 130 Ma, e o Vulcanismo Macau, de 25 Ma, um dos mais recentes da Plataforma Sul-Americana (ANGELIM *et al.*, 2006; SILVEIRA, 2006; NASCIMENTO *et al.*, 2015).

O registro geológico local é completado por coberturas e depósitos cenozoicos, além da unidade Formação Serra dos Martins, depositada em um ambiente fluvial e que está localizada nos topos de serras, sendo constituída essencialmente por arenitos de granulometria grossa, com laminações incipientes (MENEZES, 1999; ANGELIM *et al.*, 2006).

O inventário do patrimônio geológico do território compreende 21 geossítios, conforme Quadro 3.2 e Figura 3.11, todos foram avaliados quali-quantitativamente neste trabalho.

Quadro 3.2 – Lista de geossítios avaliados no território do Geoparque Seridó.

ID	GEOSSÍTIO	COORDENADAS (UTM WGS Z24S)		MUNICÍPIO
		X	Y	
1	Serra Verde	791964	9343162	Cerro Corá
2	Cruzeiro de Cerro Corá	793849	9332056	
3	Nascente do Rio Potengi	788833	9331224	
4	Vale Vulcânico	787487	9327200	
5	Mirante de Santa Rita	783229	9324546	Lagoa Nova
6	Tanque dos Poscianos	771845	9321214	
7	Lagoa do Santo	768303	9316426	Currais Novos
8	Pico do Totoró	769213	9313854	
9	Morro do Cruzeiro	775977	9306722	
10	Mina Brejuí	770874	9300784	
11	Cânions dos Apertados	776367	9298330	
12	Açude Gargalheiras	765223	9289131	Acari
13	Poço do Arroz	763864	9287602	
14	Cruzeiro de Acari	760913	9287707	
15	Marmitas do Rio Carnaúbas	755135	9281433	
16	Serra da Rajada	759394	9275244	Carnaúba dos Dantas
17	Monte do Galo	766995	9274063	
18	Xiquexique	769892	9275309	
19	Cachoeira dos Fundões	770319	9278225	Parelhas
20	Açude Boqueirão	762006	9259028	
21	Mirador	761476	9257279	

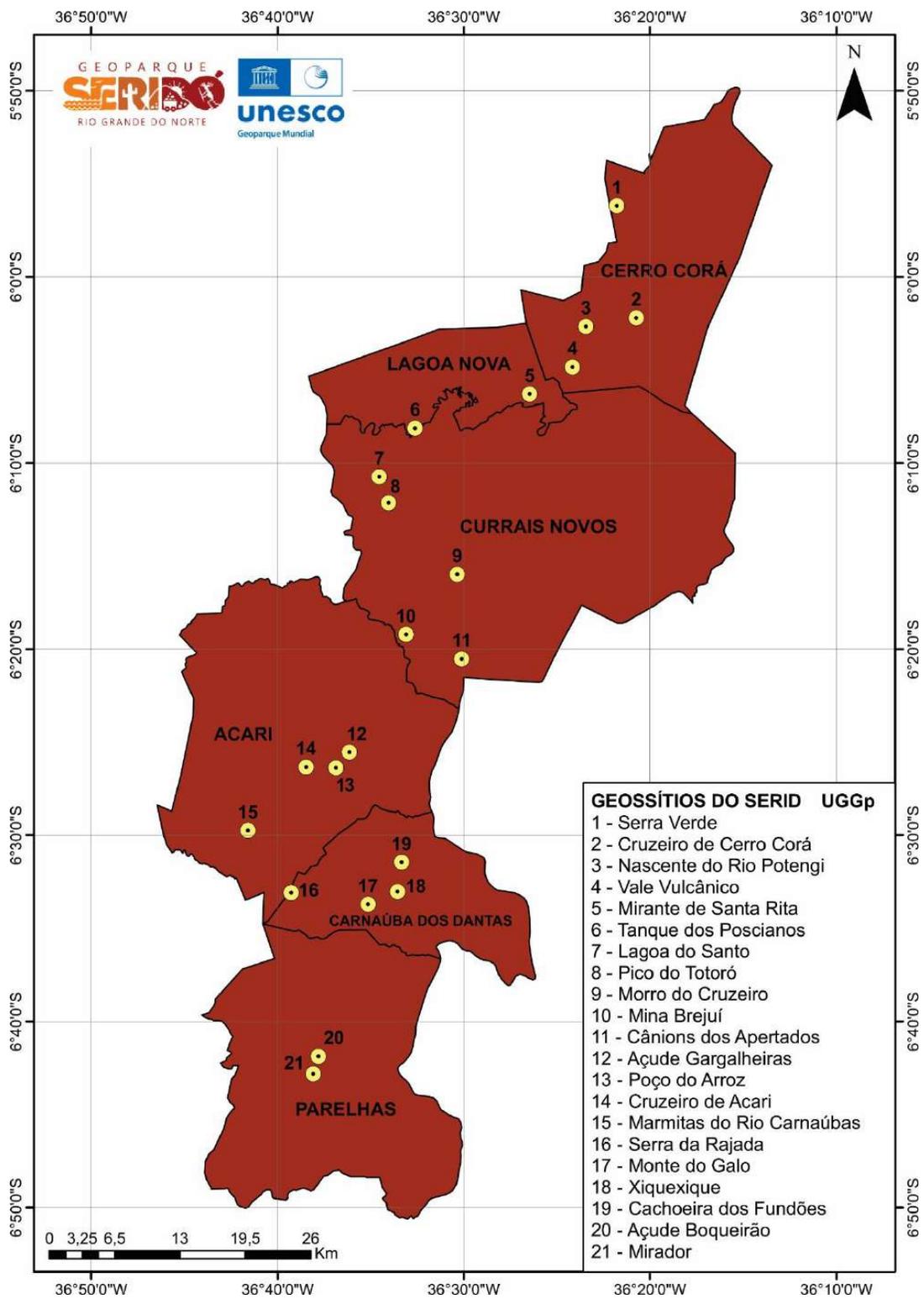


Figura 3.11 – Mapa de localização dos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO avaliados neste trabalho.

3.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas

Localizado no litoral leste e norte do estado do Rio de Janeiro, este projeto de geoparque possui uma década de desenvolvimento, englobando 16 municípios: Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Macaé, Maricá, Quissamã, Rio das Ostras, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, São Pedro da Aldeia e Saquarema. Seu território é de aproximadamente 10.900 km² com uma população estimada de 1.940.090 habitantes (IBGE, 2021).

Destaca-se no território a ocorrência de unidades relacionadas ao Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio, da Faixa Ribeira, que compõem o embasamento local. Também são importantes os registros litológicos do Mesozoico e Cenozoico, a exemplo da Formação Barreiras (MANSUR *et al.*, 2012) e os cordões litorâneos do Pleistoceno ao Holoceno. O mapa da Figura 3.12 traz a geologia simplificada do território.

O Terreno Oriental é subdividido, por Heilbron *et al.* (2016) em dois domínios, Costeiro e Italva, sem registros do embasamento Paleoproterozoico. O Domínio Costeiro é caracterizado por sucessões de rochas metassedimentares de alto grau, a exemplo de gnaisses kinzigíticos da Unidade São Fidelis (base). Ainda contemplam essa compartimentação ortognaisses tonalíticos a graníticos do Complexo Rio Negro e outras séries de granitoides, como leucogranitos, granitoides porfíricos e ortognaisses das Suítes Desengano, Bela Joana e Angelim (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007).

O Domínio Italva é composto por grupo homônimo, subdividido nas unidades Macuco (granada-biotita gnaiss granítico e tonalítico), São Joaquim (mármore com limitadas faixas gnáissicas e anfíbolíticas) e Euclidelândia (biotita muscovita gnaiss granítico a tonalítico) (HEILBRON *et al.*, 2016).

O Terreno Cabo Frio foi acrescido há cerca de 530-510 Ma e está associado com a amalgamação do Gondwana, o processo foi denominada, por Schmitt (2001), de Orogenia Búzios e está registrado nas rochas deste terreno. O embasamento é representado pelo Complexo Região dos Lagos, composto, principalmente, por ortognaisses de composição tonalítica a granodiorítica, e anfíbolitos (HEILBRON *et al.*, 2016).

No Neoproterozoico completam o registro geológico do Terreno Cabo Frio as Unidades Palmital e Búzios, sendo que a primeira é composta por paragnaisses aluminosos, com destaque à assembleia sillimanita-biotita, além de calcissilicáticas, lentes de quartzitos feldspáticos e quartzitos. A Unidade Búzios se destaca pela assembleia mineralógica de alto grau (Figura 3.13), com cianita-sillimanita-granada-biotita gnaisses (MANSUR *et al.*, 2012; HEILBRON *et al.*, 2016).

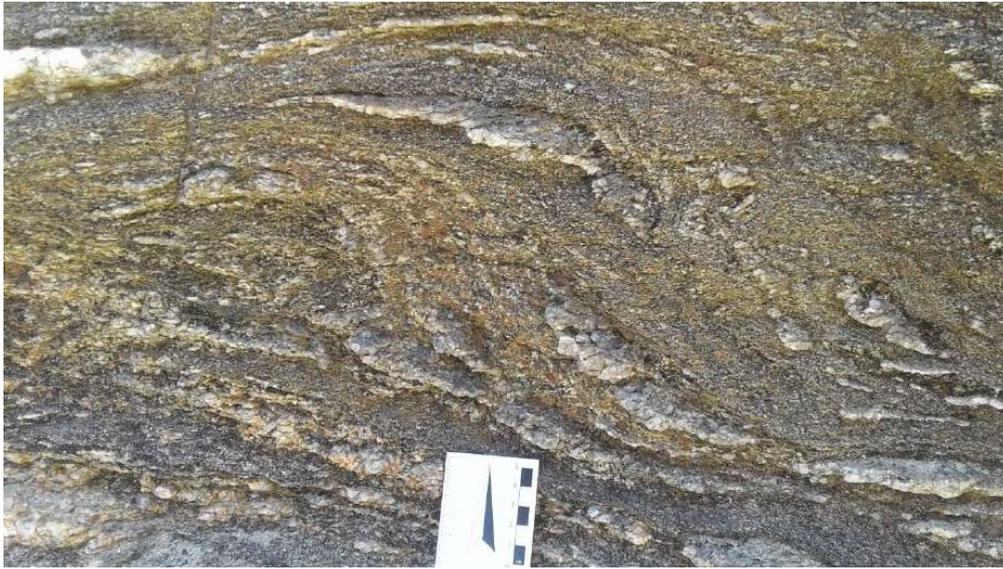


Figura 3.13 – Paranaense dobrado, na Praia do Forno (Armação dos Búzios) como resultado da Orogenia Búzios.

O registro geológico do território também compreende magmatismos toleítico e alcalino. O primeiro ocorre em enxame expressivo de diques/*sills* de orientação geral NE, presente em todo o estado do Rio de Janeiro e conhecido como Enxame de Diques da Serra do Mar. São descritos, principalmente, basaltos, estes subdivididos em tipos de alto e baixo teor TiO_2 . (MANSUR *et al.*, 2012; HEILBRON *et al.*, 2016).

O magmatismo alcalino é representado principalmente por plutons e stocks com esta afinidade. No território, destacam-se o Morro de São João e a Ilha de Cabo Frio, onde são destacadas a presença de sienitos e nefelina sienitos. Diques/*sills* alcalinos são descritos como pequenos enxames associados aos complexos plutônicos, sendo predominantes os fonolitos, traquitos, microssienitos e lamprófiros (MANSUR *et al.*, 2012; HEILBRON *et al.*, 2016).

A Formação Barreiras é uma unidade sedimentar presente no território, sobretudo na porção centro-norte da área. Ocorrendo em boa parte do litoral brasileiro, desde Maricá, parte do Projeto Geoparque Costões e Lagunas no estado do Rio de Janeiro até o Amapá, esta unidade tem sido descrita há muitas décadas, principalmente como componente das paleofalésias e falésias no país. Já havia sido enquadrada como Série, depois Grupo e mais recentemente como Formação (MOURA-FÉ, 2014).

Morais *et al.* (2006) caracterizam o modelo deposicional para os depósitos associados à Formação Barreiras no estado como associado a um ambiente fluvial entrelaçado. Para Heilbron *et al.* (2016) é possível fazer a divisão das ocorrências da unidade em duas associações litofaciológicas, ambas ocorrendo no território em estudo:

(i) arenitos maciços ou estratificados, dispostos em camadas lenticulares extensas a tabulares, intercalados com lamitos maciços – distribuídos entre Macaé e a divisa com o estado do Espírito Santo.

(ii) conglomerados muito grossos sustentados pela matriz, maciços, interpretados como fanglomerados, intercalados a arenitos maciços – ocorrendo na região de Armação dos Búzios e Macaé.

O território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas possui um inventário com mais de 90 geossítios, além de sítios de importância cultural e natural. Para esse trabalho, foram selecionados 26 geossítios (Quadro 3.3 e Figura 3.14), contemplando ao menos um local em cada um dos 16 municípios que englobam o projeto de geoparque.

Quadro 3.3 – Lista de geossítios avaliados no território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.

ID	GEOSSÍTIO	COORDENADAS (UTM WGS Z23S)		MUNICÍPIO
		X	Y	
1	Lagoa Vermelha	769341	7462346	Araruama/Saquarema
2	Mangue de Pedra	194622	7483059	Armação dos Búzios
3	Quartzo leitoso	194649	7474182	
4	Falha Pai Vitório	196204	7482992	
5	Ponta da Lagoinha / Boca / Forno	204469	7478974	
6	Boqueirão	806003	7453913	
7	Pontal do Atalaia	806074	7454456	Arraial do Cabo
8	Dunas do Peró	192551	7470116	Cabo Frio
9	Pontal do Peró	195231	7473043	
10	Fazenda Campos Novos	805049	7484767	
11	Praia Brava	807769	7465996	
12	Canal Campos-Macaé	233405	7540722	
13	Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatiba	227597	7534245	Carapebus/Quissamã
14	Barra de São João	192542	7497893	Casimiro de Abreu
15	Ponta da Farinha	787117	7470232	Iguaba Grande
16	Praia dos Cavaleiros	211666	7519446	Macaé
17	Beachrocks de Darwin	692745	7465683	Maricá
18	Ponta Negra	736369	7459235	
19	Praia da Sacristia	737602	7460073	
20	Gruta da Sacristia	737682	7459949	
21	Monumento dos Costões Rochosos	199333	7505778	
22	Falésias São Francisco Itabapoana	296349	7637649	São Francisco de Itabapoana
23	Delta Paraíba do Sul	291532	7607891	São João da Barra
24	Lagoa Salgada	292884	7574367	São João da Barra / Campos dos Goytacazes
25	Serra da Sapiatiba	787382	7470818	São Pedro da Aldeia
26	Promontório Igreja de Nossa Senhora de Nazaré	756934	7461359	Saquarema

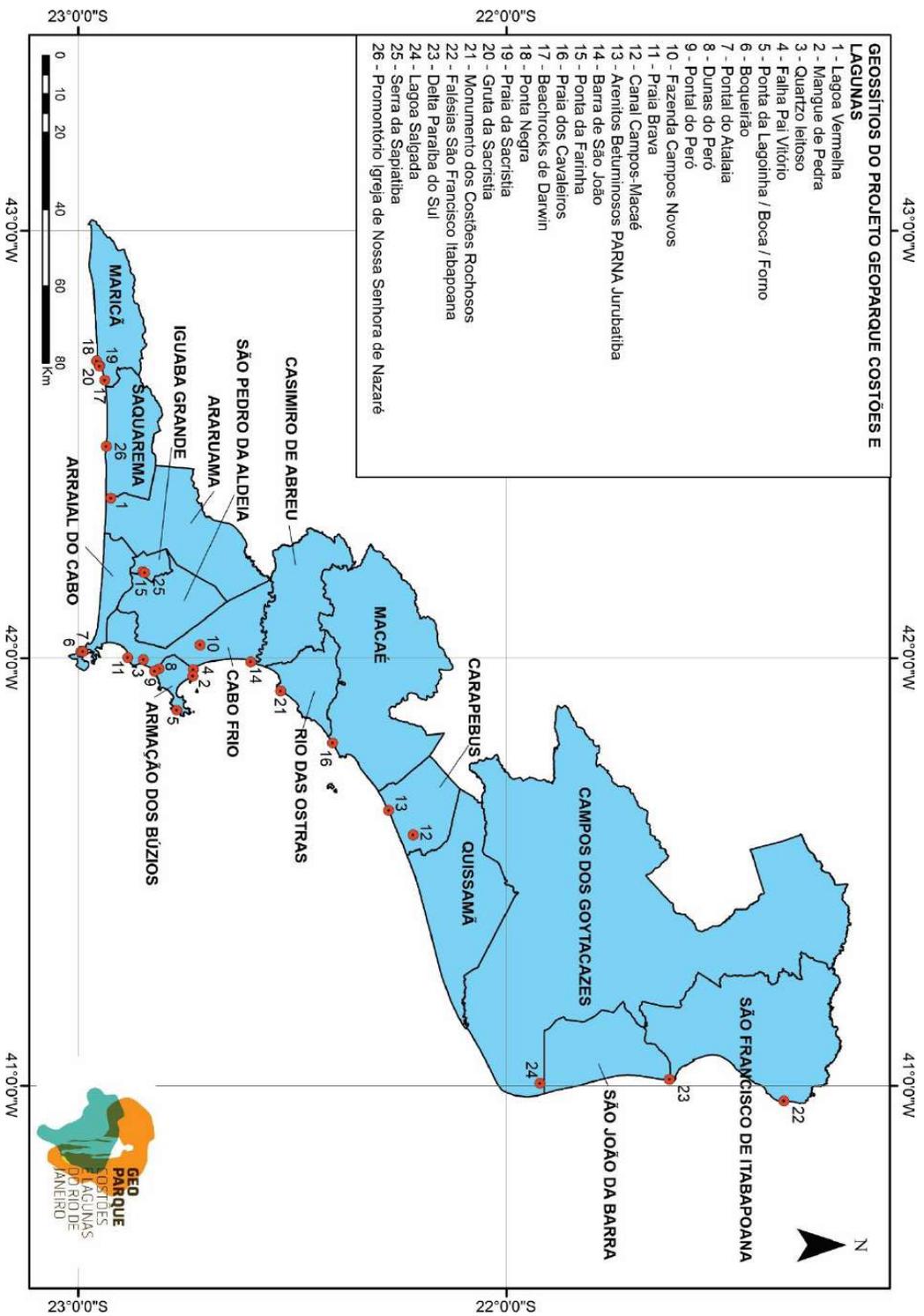


Figura 3.14 – Mapa de localização dos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas avaliados neste trabalho.

CAPÍTULO 4

Metodologia



Geossítio Falésias de São Francisco de Itabapoana
Projeto Geoparque Costões e Lagunas
Foto: Matheus Lisboa

4. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho de avaliação quali-quantitativa com base no ecocentrismo foi necessária a obediência a uma sequência lógica de atividades. No meio do caminho, entretanto, o mundo foi assolado por uma pandemia de saúde pública, do Covid-19, o que adiou algumas das etapas a serem cumpridas, entretanto, ao final, foi possível concluir todas.

4.1. Revisão Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é uma etapa contínua ao longo de todo o trabalho, devido à velocidade de publicação de novas informações científicas em todo o mundo. Assim, bases de periódicos foram consultadas, tais como Google Acadêmico, SciELO, ScienceDirect e Periódicos Capes. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD, bem como repositórios institucionais também foram utilizados.

Foram utilizados, entre outros, os seguintes termos nas buscas: geodiversidade, geoconservação, geoparque, valoração da geodiversidade, antropocentrismo, ecocentrismo, ética da Terra, geoética, antropoceno. Os idiomas consultados foram, principalmente, o inglês, português, espanhol e francês.

4.2. Atividades de Campo

As três áreas foram visitadas ao longo do período de desenvolvimento do trabalho. O Araripe Geoparque Mundial da UNESCO foi local de atividade de campo entre os dias 04 e 08 de novembro de 2019. O Seridó Geoparque Mundial da UNESCO foi visitado em uma maior quantidade de oportunidades, entre os dias 12 e 15 de setembro de 2019, 05 a 07 de agosto de 2021, 30 de setembro a 02 de outubro de 2021, 23 a 25 de novembro de 2021, esta etapa com destaque para acompanhamento de missão de avaliação do território pela UNESCO, que posteriormente resultou na chancela do território como um Geoparque Mundial. A última etapa no Geoparque Seridó foi realizada entre 03 e 07 de setembro de 2022.

O território do Projeto Costões e Lagunas foi visitado entre os dias 16 e 19 de março de 2022. No total, portanto, esse trabalho compreendeu 27 dias de atividades de campo, nas quais foram observadas questões como: elementos da geodiversidade (solos, minerais, rochas, fósseis, relevo), relação geográfica com a biodiversidade, elementos culturais, entre outros dados importantes para a aplicação do método de avaliação

4.3. Produção Cartográfica

Os mapas produzidos para este trabalho foram executados no software ArcGIS 10.6 e os dados vetoriais foram obtidos, principalmente, nas bases de dados do Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro – DRM/RJ, além de dados cedidos pelas equipes envolvidas no Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, Seridó Geoparque Mundial da UNESCO e Projeto Geoparque Costões e Lagunas.

4.4. Valor Ecocêntrico da Geodiversidade

O ecocentrismo pode ser aplicado na interpretação da geodiversidade, sobretudo da importância dos elementos abióticos para os ecossistemas. É fato que essa diversidade constitui a base para diversos processos que ocorrem no planeta, incluindo as atividades bióticas, como habitat. Nisso, inclui-se, na visão ecocêntrica aqui aplicada, as atividades humanas.

Para o ser humano, a geodiversidade, assim como a biodiversidade, tem importância utilitária, pois é fundamental para a manutenção das condições de bem-estar social e econômico, estando presentes na alimentação, na moradia, no trabalho, no cotidiano antrópico.

Contudo, o valor dado à geodiversidade por ela ser útil ao ser humano não pode ser superior à relação da diversidade abiótica com todo o ecossistema, que é sustentado por ela. Dessa compreensão, a avaliação ecocêntrica realizada neste trabalho é compreendida pela definição de valores qualitativos e quantitativos da geodiversidade. Até o ponto de conhecimento deste autor, não existe na literatura métodos de avaliação da diversidade abiótica com base no ecocentrismo, sendo, portanto, um produto inovador proposto por este trabalho.

Apesar do método ter sido empregado em territórios de projeto de geoparque ou geoparque mundial, ressalta-se que ele não se restringe a esses tipos de áreas, podendo ser aplicado em qualquer local para análise da geodiversidade.

4.4.1. Avaliação qualitativa

Esta avaliação consiste no entendimento de que o ecossistema compreende a diversidade natural do planeta, que por sua vez é formada pelo conjunto biodiversidade + geodiversidade. Esta diversidade abiótica possui um valor intrínseco e um grupo de valores ecocêntricos (Figura 4.1), cada um nomeado de acordo com as funções desempenhadas pela geodiversidade em relação aos ecossistemas e seus componentes.

O primeiro grupo de valores, de equilíbrio, foi assim nomeado por representar a relação da diversidade abiótica com a manutenção das condições ambientais dos ecossistemas. O segundo grupo reflete a participação da geodiversidade no estabelecimento, manutenção e reprodução da vida no planeta, por isso valor ecológico. A capacidade única da geodiversidade de registrar o passado da história da Terra foi classificada em um valor próprio, chamado de registro. Por fim, a importância dos elementos abióticos para os seres humanos foi considerada no valor chamado de antrópico.

Não é função desta avaliação ranquear os sítios avaliados, mas fornecer dados sobre a importância da diversidade de cada um para os diversos componentes do ecossistema, de forma a embasar discussões sobre a geoconservação de tais locais sob uma ótica ecocêntrica.

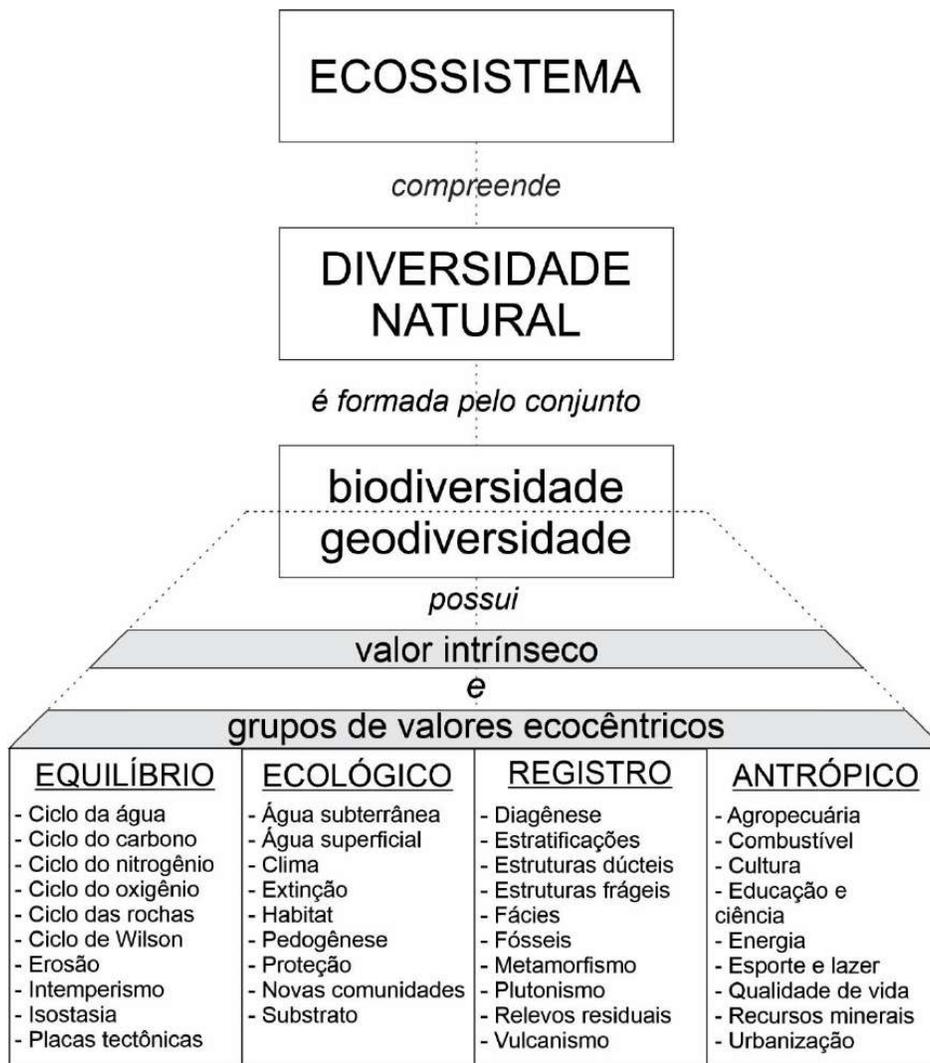


Figura 4.1 – Diagrama simplificado da concepção e exemplificação dos valores ecocêntricos qualitativos.

Valor intrínseco

É o valor de existência, que determina que a natureza e seus elementos, sejam abióticos ou bióticos, possuem valor apenas por existirem e, por isso, teriam direito a isso. É um sentimento presente na relação dos povos originários com o meio ambiente, expresso, por exemplo nas culturas andinas e indígenas na América do Sul (KRENAK, 2019; LOURENÇO, 2019).

Piccolo (2017) ressalta que a identificação do valor intrínseco da natureza, especificamente da biosfera, que aqui estendemos à geodiversidade, é um aspecto da conservação do meio ambiente, superior a uma atividade meramente acadêmica. Para o autor, o ser humano evoluiu a capacidade de reconhecer o valor de nossas espécies semelhantes. Mas isso de forma alguma implica um domínio sobre elas. Reconhecer o valor intrínseco, no entanto, impõe o dever de defendê-las.

Ainda que haja diversas críticas a este valor, o valor intrínseco é importante para colocar o ser humano lado a lado da natureza, reconhecendo-o como parte dos ecossistemas, porém com a capacidade cognitiva de pensar a sua proteção e conservação (SANDLER, 2012; REA e MUNNS JR, 2017).

Em estudos da geodiversidade, este valor já foi elencado, por exemplo, nos trabalhos de Gray (2004; 2013). Washington (2018) menciona a importância de se valorar a geodiversidade apenas por sua existência, porém atribuir valor intrínseco não significa que não se possa necessariamente “usar” algo – as culturas indígenas fazem as duas coisas – mas significa usar a geodiversidade com respeito, reconhecendo o valor das rochas, relevos e rios por si mesmos.

Ainda que não seja útil para diferenciar um local de outro, visto que entende tudo e todos como dignos de existir, o valor intrínseco é fundamental na compreensão de que há mais a identificar do que o avaliador consegue analisar, possibilitando assim a conservação dos ecossistemas.

Valor de equilíbrio

A Terra é constantemente modificada pelos seus diferentes processos, mas como um sistema, idealmente, esses processos funcionam em equilíbrio, por vezes abalado por ações externas (como queda de meteoritos) ou internas (como a ação antrópica), estas entendidas como processos catastróficos. As paisagens denotam diferentes gêneses de acordo com os ambientes em que estão localizadas atualmente ou no passado remoto (GUTIÉRREZ e GUTIÉRREZ, 2016).

Os diferentes ciclos químicos, bem como o ciclo das rochas, são responsáveis pela disponibilização de elementos importantes para o planeta. Assim como os constantes processos de intemperismo e erosão reciclam tais elementos. Assim, é possível afirmar que o equilíbrio das condições naturais do planeta depende diretamente dos elementos abióticos.

De forma a caracterizar essa capacidade da geodiversidade, o valor de equilíbrio reflete a manutenção das condições naturais dos ecossistemas, reagindo a mudanças ocasionais, gerindo fenômenos, bem como o suprimento de matéria orgânica e não-orgânica para o planeta.

Valor ecológico

O valor ecológico refere-se à sustentação da vida no planeta, que é dada pela geodiversidade. A disponibilização de condições para estabelecimento, manutenção, reprodução e habitat da biota é condicionada pelas condições abióticas. Ao longo do tempo geológico, desde o Arqueano, passando pelo Proterozoico até chegar ao Fanerozoico, a vida surgiu, extinguiu-se e se modificou no planeta, sempre com um controle das condições ambientais, em geral abióticas.

Tukiainen *et al.* (2017) mostram a forte correlação da geodiversidade com a diversidade de plantas na Finlândia. Análise no mesmo sentido, mostrando a relação da diversidade abiótica com vegetação, foi feita por Santos *et al.* (2019) na cidade de Armação dos Búzios, estado do Rio de Janeiro.

Outro claro exemplo da importância da geodiversidade para o desenvolvimento da biodiversidade são os recifes de corais, por vezes controlados pelas condições geológicas do ambiente, fato não somente restrito ao Recente. Fluxo de sedimentos e o tipo de substrato, além das correntes marítimas são fundamentais para o estabelecimento e desenvolvimento deste tipo de comunidade (CORTÉS, 1997; ROBERTS *et al.*, 2006; RISK e EDINGER, 2011). Kuffner e Toth (2016), ao revisar sobre a proteção dos corais do Atlântico Ocidental, indicam a importância dos condicionantes abióticos para esses seres, visto que uma melhor compreensão dos processos que controlam a resiliência de longo prazo dos recifes como estruturas geomórficas, não apenas como comunidades ecológicas, pode ajudar no processo de conservação.

Assim, o valor ecológico da geodiversidade tem como objetivo identificar a relação dos elementos abióticos com as condições necessárias para a vida no planeta. É reflexo de uma característica, até o momento, única no Sistema Solar, que é a capacidade da Terra de abrigar seres vivos. São exemplos deste valor: o substrato, a água subterrânea ou em superfície, as condições geológicas que permitem o estabelecimento de indivíduos e comunidades, como habitat, proteção e até mesmo os eventos cataclísmicos que extinguíram espécies ao longo do tempo.

Valor de registro

Este indica a característica própria da geodiversidade em contar a história pretérita do planeta por meio dos registros geológicos. A Teoria do Uniformitarismo de Charles Lyell e James Hutton se baseia, por exemplo, nessa capacidade dos elementos abióticos em registrar o passado.

Assembleias minerais, rochas, solos, relevos, estruturas dúcteis e frágeis, sedimentos, metamorfismo, plutonismo, vulcanismo, além dos fósseis, são alguns dos exemplos de formas de registro que a geodiversidade possui. Cada um desses elementos expõe condições de um momento da história do planeta.

Além de ser fonte importante de informação sobre o passado da Terra, a geodiversidade pode, a partir do que está registrado em seus diversos elementos, prover dados para modelos que prevejam a evolução dos ambientes, como um guia para o futuro (WOODROFFE e MURRAY-WALLACE, 2012).

É importante salientar que, independentemente do uso científico que o ser humano possa dar às informações registradas pela geodiversidade, o valor ecocêntrico de registro caracteriza essa capacidade dos elementos abióticos da natureza.

Valor antrópico

É inegável que o ser humano é responsável pelos maiores impactos no meio ambiente, utilizando de forma, muitas vezes, desregrada os elementos naturais, o que inclui a geodiversidade. Discussões acerca de um novo período geológico, o Antropoceno, refletem a capacidade do ser humano em modificar os ambientes, nas mais diferentes escalas, de local a global.

Nos relacionamos com o planeta de diversas formas, ao longo da história fizemos dos ambientes naturais nossa casa (MARGOTTINI e SPIZZICHINO, 2015) e utilizamos os elementos da natureza para nossa sobrevivência. Atualmente a geologia lança mão de recursos para estudar a forma que fenômenos geológicos influenciam a saúde humana (DAVIES *et al.*, 2013), e nós nos relacionamos com a Terra até por meio do sagrado (KIERNAN, 2015).

De fato, o uso da geodiversidade pelo ser humano, enquanto parte do ecossistema, diferencia-se de diversas maneiras com o uso por outros seres vivos, entretanto, não é possível afirmar que o emprego antrópico dos elementos naturais seja mais importante que por outros entes dos ecossistemas. Assim, mesmo sendo necessário valorar e identificar os diferentes tipos de uso da geodiversidade pelo ser humano, este valor não pode ser superior a outros.

Em resumo, o valor ecocêntrico antrópico reflete o uso da geodiversidade e seus elementos para diferentes atividades humanas. Apesar de importante, não é central e nem único valor.

4.4.2. Avaliação quantitativa

A definição de valores numéricos é uma forma de elencar prioridades entre um rol de sítios avaliados, segundo critérios pré-definidos. O objetivo desse tipo de avaliação é diminuir a subjetividade presente em avaliação qualitativa, por exemplo.

Para a avaliação quantitativa da geodiversidade segundo uma ótica ecocêntrica foram definidos quatro grupos de valores, assim como na avaliação qualitativa: equilíbrio, ecológico, registro e antrópico.

Para cada grupo, estão elencados critérios, indicadores e parâmetros que representam características, elementos, processos e atividades relacionados com a geodiversidade. Portanto, cada parâmetro diagnostica a complexidade da diversidade abiótica de um local avaliado.

Para o valor de equilíbrio, foram definidos cinco critérios (Quadro 4.1) que estão relacionados com a diversidade de processos em que a geodiversidade está envolvida, especialmente na construção dos ambientes e na manutenção de sua estabilidade, de acordo com as condições existentes no meio.

- Grupos de rocha: existem três grandes grupos de rochas (ígneas, metamórficas e sedimentares) e que estão relacionadas entre si por meio do ciclo das rochas. Um local com maior diversidade de tipos de rochas denota, portanto, uma quantidade maior de processos, o que justifica um parâmetro quantitativo mais alto.

- Tectônica: evidências claras de tectonismo informam que o local avaliado passou por intensos processos de deformação, o que caracteriza um valor mais alto na avaliação da geodiversidade.

- Intemperismo: se dá pela ação de agentes físicos e/ou químicos que atuam sobre os ambientes desagregando seus componentes. A percepção dos dois tipos em um mesmo local demonstra uma maior complexidade ambiental associada à geodiversidade.

- Erosão: termo que representa o transporte de material desagregado pelo intemperismo e pode ocorrer pela ação de diferentes agentes, associados ao ambiente existente. Assim, a percepção de uma maior quantidade de tipos de erosão representa uma maior diversidade de ambientes e agentes no sítio avaliado.

- Solo: está diretamente relacionado com a diversidade litológica e climática local. Uma maior diversidade pedológica é representativa de uma geodiversidade mais complexa e, portanto, de valor ecocêntrico mais alto.

Quadro 4.1 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico de equilíbrio da geodiversidade.

EQUILÍBRIO			
Item	Critério	Indicador	Parâmetro
Eq ₁	Grupos de Rochas	a. Apenas um grupo de rocha (ígneia, metamórfica ou sedimentar)	1 ponto
		b. Dois grupos de rocha	2 pontos
		c. Três grupos de rocha	3 pontos
Eq ₂	Tectônica	a. Sem evidência de tectônica	1 ponto
		b. Evidência de tectônica	2 pontos
Eq ₃	Intemperismo	a. Percepção de um tipo de intemperismo (físico ou químico)	1 ponto
		b. Percepção de dois tipos de intemperismo	2 pontos
Eq ₄	Erosão	a. Percepção de um tipo de erosão (eólica, fluvial, marinha, outros)	1 ponto
		b. Percepção de dois tipos de erosão	2 pontos
		c. Percepção de três ou mais tipos de erosão	3 pontos
Eq ₅	Solo	a. Sem evidência de solo	1 ponto
		b. Um tipo de solo identificado	2 pontos
		c. Dois ou mais tipos de solo identificados	3 pontos

Para o valor ecológico, foram definidos cinco critérios (Quadro 4.2) que representam a capacidade da geodiversidade e seus elementos em promover condições e ambientes adequados para o estabelecimento, manutenção e reprodução da vida no planeta.

- Água superficial: a água é um recurso que cobre a maior parte da superfície terrestre, sendo essencial para a vida no planeta, como meio de habitat, por exemplo, para espécies aquáticas. Os corpos de água superficiais são aqueles de acesso facilitado e quando existem de forma contínua favorecem o desenvolvimento ecológico na região, o que denota, portanto, um maior valor ecocêntrico ecológico.

- Água subterrânea: a água subterrânea, essencialmente armazenados nos aquíferos, é a principal fonte de água própria para o consumo humano existente na Terra, mas também por suas características hidroquímicas é nutriente essencial para espécies vegetais, por exemplo. Portanto, é um elemento da geodiversidade que possui um claro valor ecológico quando existente.

- Espécies: a geodiversidade tem relação intrínseca com o estabelecimento das diferentes espécies de fauna e flora no planeta, sendo condicionante para a manutenção e evolução ao longo do tempo. Disto, sabe-se que o endemismo de espécies está diretamente ligado com as condições ambientais providas, especialmente, pela geodiversidade. Assim, no caso de observação de espécies endêmicas na região do sítio avaliado, compreende-se o alto valor de importância da diversidade abiótica na área.

- Diversidade biótica: além da questão relacionada com o endemismo, a disponibilidade de diferentes recursos abióticos pode promover uma maior diversidade de espécies, da diversidade biótica, pois

gera condições propícias ao estabelecimento de fauna e flora ricas, o que denota também um valor, uma importância, da geodiversidade.

- Hotspot biodiversidade: existem regiões do planeta que possuem características que favorecem o surgimento de uma ampla variedade de espécies, as condições para isso são também associadas à geodiversidade.

Quadro 4.2 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico ecológico da geodiversidade.

ECOLÓGICO			
Item	Critério	Indicador	Parâmetro
Ec ₁	Água superficial (rios, lagos, lagunas, mar, outros)	a. Sem evidência de água superficial b. Existência de água superficial de forma periódica c. Existência de água superficial de forma constante e contínua	1 ponto 2 pontos 3 pontos
Ec ₂	Água subterrânea	a. Sem evidência de água subterrânea b. Com evidência de água subterrânea	1 ponto 2 pontos
Ec ₃	Espécies	a. Sem relato de espécie endêmica b. Relato de espécie endêmica de fauna ou flora c. Relato de espécies endêmicas de fauna e flora	1 ponto 2 pontos 3 pontos
Ec ₄	Diversidade Biótica	a. Área sem avaliação de riqueza de biodiversidade b. Área com riqueza baixa ou média de biodiversidade c. Área com alta riqueza de biodiversidade	1 ponto 2 pontos 3 pontos
Ec ₅	Hotspot Biodiversidade	a. Área sem hotspot de biodiversidade b. Área com hotspot de biodiversidade	1 ponto 2 pontos

O valor de registro é composto por critérios (Quadro 4.3) que refletem a capacidade única da geodiversidade de contar a história do passado da Terra por meio de características próprias de seus elementos, como estruturas e fósseis.

- Minerais: unidade básica das rochas, sua formação está associada com a disponibilidade de elementos químicos e com os processos geológicos que possibilitam sua formação. Por vezes, representa o ambiente em que foi formado e é fonte de informação e interpretação da geodiversidade. Quanto maior a diversidade mineral, infere-se um maior valor para a diversidade abiótica. A análise em termos de valor ecocêntrico leva em conta os minerais visíveis a olho nu.

- Litologias: são as rochas, essencialmente divididas em três grandes grupos, trazem consigo informações importantes como os ambientes em que foram formadas ou mesmo processos modificadores que sofreram. Uma maior quantidade de rochas diferentes denota diferentes histórias geológicas, o que carrega um valor de registro importante.

- Estruturas: quanto maior a diversidade de elementos como estratificações, fraturas, falhas, dobras, boudins, diques, soleiras, entre outros, maior a quantidade de processos registrados pela geodiversidade e, portanto, maior o seu valor de registro.

- Relevo: o relevo é reflexo direto de processos endógenos e exógenos e que são, tipicamente, abióticos. Assim, quanto maior a diversidade de elementos geomorfológicos, maior a quantidade de processos registrados e, portanto, maior o valor do sítio avaliado.

- Vida pretérita: a geodiversidade possui a capacidade de manter registro da vida pretérita do planeta, seja por meio de remanescentes bióticos recentes ou fósseis. Assim, na existência desta característica, percebe-se uma expressão do valor ecocêntrico de registro, uma maior diversidade deste tipo de registro denota, por consequência, um valor maior.

Quadro 4.3 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico de registro da geodiversidade.

REGISTRO			
Item	Critério	Indicador	Parâmetro
Re ₁	Minerais	a. Até dois minerais reconhecíveis a olho nu b. De três a quatro minerais reconhecíveis a olho nu c. Mais de quatro minerais reconhecíveis a olho nu	1 ponto 2 pontos 3 pontos
Re ₂	Litologias	a. Existência de uma litologia b. Existência de duas litologias c. Existência de três ou mais litologias	1 ponto 2 pontos 3 pontos
Re ₃	Estruturas	a. Se há presença de até dois tipos de estrutura b. Se há presença de três ou mais tipos de estrutura	1 ponto 2 pontos
Re ₄	Relevo	a. Percepção de até duas formas de relevo (geoforma, serra, morro, falésia, outros) b. Percepção de três ou mais formas de relevo	1 ponto 2 pontos
Re ₅	Vida pretérita	a. Área sem registro de fóssil ou remanescentes bióticos b. Área com um tipo de fóssil (icnofóssil, palinomorfos, animais, plantas, entre outros) ou com algum remanescente biótico c. Área com dois ou mais tipos de fóssil	1 ponto 2 pontos 3 pontos

Por fim, a importância da geodiversidade e seus elementos para o ser humano e as atividades antrópicas é refletido pelo valor antrópico, cujos critérios refletem diferentes relações com o meio abiótico (Quadro 4.4).

- Turismo: importantes atrativos turísticos ao redor do mundo são desenvolvidos e passam a serem destinos de destaque devido às suas paisagens, o que denota a importância da geodiversidade para esse tipo de atividade humana.

- Educação e Cultura: a relação do ser humano com seu ambiente é expressa em diferentes sociedades e culturas, está demonstrada em lendas, registros rupestres, nas artes, nos causos. O ambiente que rodeia essas comunidades é em grande parte uma manifestação da geodiversidade, seus processos e elementos, e portanto, tem uma importância antrópica cultural muito clara. Os ambientes formados pela geodiversidade são salas de aula e laboratórios para o ensino em diferentes níveis de escolaridade, do ensino infantil à pós-graduação. A diversidade abiótica também tem importância fundamental para as práticas relacionadas à educação ambiental, por exemplo.

- Científico: a geodiversidade desperta específicos interesses de diferentes ciências, principalmente, associada às características de registro dos elementos abióticos, o que permite a interpretação de ambientes pretéritos e o desenvolvimento do conhecimento geocientífico.

- Exploração mineral responsável: o ser humano necessita de diferentes recursos para a manutenção de seu bem-estar, entre eles, o uso de recursos minerais (minérios, óleo, gás, entre outros) é essencial para diferentes atividades humanas. De fato, pode-se considerar raro a existência de algum item no cotidiano das sociedades que não possua um elemento mineral em sua composição ou manufatura. Entretanto, deve-se considerar o caráter modificador da atividade minerária, que numa ótica ecocêntrica precisa ser o mais responsável possível, com mitigação de danos ao ambiente físico e aos seres vivos.

- Agropecuária e pesca: os recursos terrestres são importantes também para a manutenção de uma rede de fauna e flora que são utilizados na alimentação básica do ser humano. Assim, os solos são fundamentais para as plantações, cultivo, e os recursos hídricos permitem, por exemplo, culturas de pesca. Nesta metodologia, leva-se em conta a prática agropecuária de forma localizada nos sítios avaliados e que não trabalhem as diferentes culturas sob a perspectiva de agronegócio.

Quadro 4.4 – Critérios, indicadores e parâmetros do valor ecocêntrico antrópico da geodiversidade.

ANTRÓPICO			
Item	Critério	Indicador	Parâmetro
An ₁	Turismo	a. Sem atividade turística no local b. Com atividade turística no local	1 ponto 2 pontos
An ₂	Educação e Cultura	a. Sem relação evidente da geodiversidade com a cultura ou prática educativa b. Relação evidente da geodiversidade com a cultura ou com prática educativa, independentemente do nível de ensino c. Relação evidente da geodiversidade com a cultura e com prática educativa, independentemente do nível de ensino	1 ponto 2 pontos 3 pontos
An ₃	Científico	a. Sem publicações b. Publicações apenas em eventos científicos c. Publicações em periódicos, trabalho de conclusão de curso, dissertações ou teses	1 ponto 2 pontos 3 pontos
An ₄	Exploração Mineral	a. Área sem exploração mineral responsável b. Área com exploração mineral responsável	1 ponto 2 pontos
An ₅	Agropecuária e Pesca	a. Área sem atividade agropecuária ou pesca b. Área com atividade agrícola, pecuária ou pesca c. Área com atividade agropecuária e pesca	1 ponto 2 pontos 3 pontos

Após a identificação dos parâmetros de todos os itens no sítio identificado, se procede ao cálculo do Valor Ecocêntrico de Geodiversidade (VEG), que é dado pela soma dos grupos de valores, que por sua vez compreende a multiplicação dos parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$VEG = VEq + VEc + VRe + VAn$$

$$VEG = (Eq_1 \times Eq_2 \times \dots \times Eq_5) + (Ec_1 \times Ec_2 \times \dots \times Ec_5) + (Re_1 \times Re_2 \times \dots \times Re_5) + (An_1 \times An_2 \times \dots \times An_5)$$

Onde, VEG – Valor Ecocêntrico de Geodiversidade; VEq – Valor de Equilíbrio; VEc – Valor Ecológico; VRe – Valor de Registro; VAn – Valor Antrópico.

Os resultados podem ser exibidos sob a forma de tabela e também de gráficos de barras, nos quais os valores de cada grupo são mostrados separadamente ou com empilhamento, analisando assim a participação de cada valor na composição final do VEG.

As avaliações qualitativas e quantitativas foram realizadas nas áreas de estudo propostas, especificamente nos sítios visitados nas etapas de campo, o que compreende, no total, 58 locais, sendo 11 geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, 21 geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO e 26 geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas. Os resultados obtidos estão discutidos no capítulo seguinte deste trabalho e levam em conta as observações realizadas *in loco* e as interpretações ambientais possível a partir das informações levantadas.

CAPÍTULO 5

Resultados e Discussões



Geossítio Açude Gargalheiras
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
Foto: Matheus Lisboa

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do método empregado para avaliação dos sítios nas áreas de estudo, obteve-se como resultado as avaliações qualitativa e quantitativa, que são apresentadas e discutidas neste capítulo. As avaliações qualitativas demonstram a descrição, sob o ponto de vista do avaliador, das principais relações dos elementos da geodiversidade com o ecossistema. Os dados quantitativos representam estas relações de forma numérica, categorizadas entre os valores de equilíbrio, ecológico, de registro e antrópico.

5.1. Avaliação qualitativa

As descrições de valores qualitativos levam em conta os principais fatores que justificam cada um dos valores ecocêntricos estabelecidos: equilíbrio, ecológico, registro e antrópico. Os exemplos apontados, portanto, não descartam a existência de outros elementos que sejam englobados nas categorias de avaliação, apenas representam as mais claras evidências, para o avaliador, da presença de cada um dos valores.

5.1.1. Araripe Geoparque Mundial da UNESCO

O Geoparque Araripe foi o primeiro território do continente americano a ser reconhecido como Geoparque Mundial, passando a integrar a Rede de Geoparques Mundiais em 2006. Seu patrimônio paleontológico é ímpar e referência em todo mundo, o que denota a importância do território sobretudo para a ciência.

Entretanto, em face das diferentes relações da geodiversidade é possível observar os diferentes valores ecocêntricos elencados a partir da metodologia empregada. O valor de equilíbrio é identificado no território pelas diferentes origens das litologias, como ambiente lacustre nos estratos dos geossítios Parque dos Pterossauros e Pedra Cariri, e marinho raso no Geossítio Cachoeira de Missão Velha. Por ser um território com predomínio de rochas sedimentares, o intemperismo e erosão tem atuação facilitada, como possível identificar no Geossítio Ponte de Pedra (Figura 5.1), onde a ação fluvial foi responsável por erodir parte do arenito relacionado à Formação Exu, remanescendo apenas a “ponte”.

Quadro 5.1 – Avaliação qualitativa de geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

ID	GEOSSÍTIO	EQUILÍBRIO	ECOLÓGICO	REGISTRO	ANTRÓPICO
1	Parque dos Perossaurus	Ambiente lacustre	Substrato para vegetação	Fósseis	Agricultura, pesquisa científica
2	Pontal de Santa Cruz	Sedimentação	Percolação de água	Estratificação	Lazer, aspecto religioso, trilha
3	Pedra Cariri	Ambiente lacustre	Substrato para vegetação	Estratificação, fósseis	Mineração, aspectos culturais e histórico, pesquisa científica
4	Floresta Petrificada	Sedimentação, erosão	Substrato arenoso, pedogênese	Fósseis	Pesquisa científica
5	Cachoeira de Missão Velha	Ambiente marinho raso, erosão, marnitas	Acúmulo de água	Estratificação, fósseis	Aspecto cultural e histórico
6	Colina do Horto	Ciclo das rochas, embasamento	Substrato para vegetação	Plutonismo	Aspecto religioso, Padre Cicero
7	Ponte de Pedra	Erosão	Corrego d'água	Estratificação	Registros rupestres, aspecto histórico
8	Bataeira	Ciclo das rochas, ciclo da água	Fontes naturais de água	Folhelhos betuminosos, fósseis	Lazer, aspecto histórico
9	Riacho do Meio	Ciclo das rochas	Vegetação densa e úmida, Soldadinho-do-Araripe	Estratificação	Lazer, trilhas, educação ambiental
10	Santa Fé	Erosão, intemperismo	Substrato para vegetação	Estratificação	Registros rupestres
11	Caldeirão de Santa Cruz	Erosão, marnitas	Rio sem nome	Dobras, <i>boudins</i>	Aspecto religioso



Figura 5.1 – A erosão fluvial foi responsável por erodir parte do arenito e formar a Ponte de Pedra no geossítio homônimo, exemplo do valor de equilíbrio.

Em relação ao valor ecológico, o território evidencia uma forte relação da geodiversidade com demais elementos do ecossistema, a exemplo da Floresta Nacional do Araripe, suportada pelos substratos e microclima da Chapada do Araripe. Os estratos da Bacia do Araripe também facilitam a percolação de água para o aquífero e possibilitando o surgimento de nascentes de água na base da chapada, a exemplo do que é observado no Geossítio Pontal de Santa Cruz.

O Geossítio Riacho do Meio evidencia a relação dos elementos abióticos com o estabelecimento de uma mata úmida e densa (Figura 5.2), favorecida pelo substrato originado a partir dos arenitos das formações Exu e Arajara. Nesse ambiente encontra-se forte endemismo de espécies florísticas e faunísticas, a exemplo do Soldadinho-do-Araripe, ave da família *Pipridae* e que é símbolo da região.

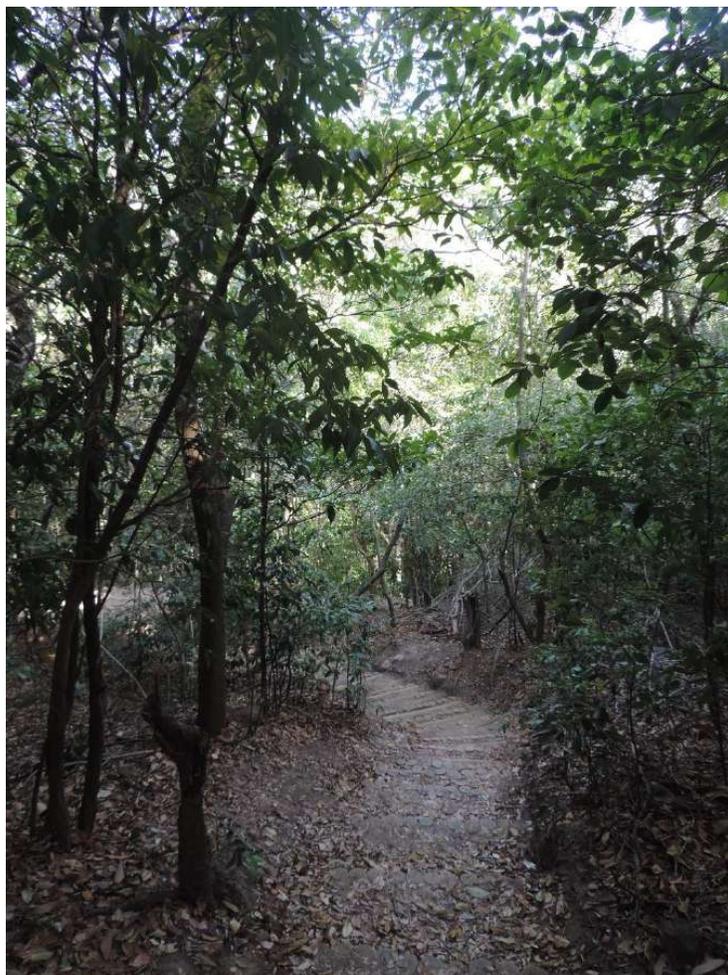


Figura 5.2 – A vegetação densa e úmida no Geossítio Riacho do Meio está relacionada com as condições ecológicas providas pela geodiversidade, permitindo o estabelecimento de espécies endêmicas.

O valor de registro possui um forte destaque no Geoparque Araripe devido aos diferentes tipos de fósseis e espécies encontrados. Tão grande é a diversidade paleontológica encontrada no território que ali foi definido um *Lagerstätte* para o Cretáceo Inferior, sobretudo pela Formação Santana, membros Crato e Romualdo. Entre os 11 geossítios avaliados neste trabalho, ao menos cinco possuem exemplares fósseis encontrados: Parque dos Pterossauros, Pedra Cariri, Floresta Petrificada, Cachoeira de Missão Velha e Batateira. Destacam-se as espécies de fauna marinha (Figura 5.3), mas também diversos tipos de invertebrados, vertebrados e plantas.

Para além do registro fóssil, à geodiversidade descrita nos geossítios avaliados também associa-se o valor ecocêntrico de registro devido às estruturas, dúcteis e frágeis, texturas encontradas nas rochas, plutonismo e pelas estratificações das unidades sedimentares.



Figura 5.3 – O território do Geoparque Araripe possui um especial destaque pelo seu patrimônio paleontológico, como este fóssil de peixe depositado no Museu Plácido Cidade Nuvens, município de Santana do Cariri.

A relação do ser humano com o ambiente do território do Geoparque Araripe é expressa por diversas manifestações, mas a principal a ser destacada é a figura do Padre Cícero, sobre a qual não se discute aqui as controvérsias possíveis de serem levantadas, mas é inegável o fato de que ele foi importante para o desenvolvimento da região, além de ter elencado princípios ecológicos de respeito à natureza, que ao seu redor era bem marcada pela geodiversidade.

O Geossítio Colina do Horto, no qual existe a famosa estátua do Padre Cícero, além de estar posicionado sobre um corpo granítico associado com o embasamento da Bacia do Araripe, possui diversas manifestações de fé por meio da geodiversidade, a exemplo do que é encontrado nas trilhas do geossítio, com oferendas de seixos e blocos aos pés de imagens do santo popular (Figura 5.4) e a Pedra dos Dois Irmãos, que tem papel importante no imaginário popular, segundo a qual cruzar esse ponto traz proteção. O aspecto religioso do território em sua associação com a geodiversidade também é marcado nos geossítios Ponta de Santa Cruz e Caldeirão de Santa Cruz.

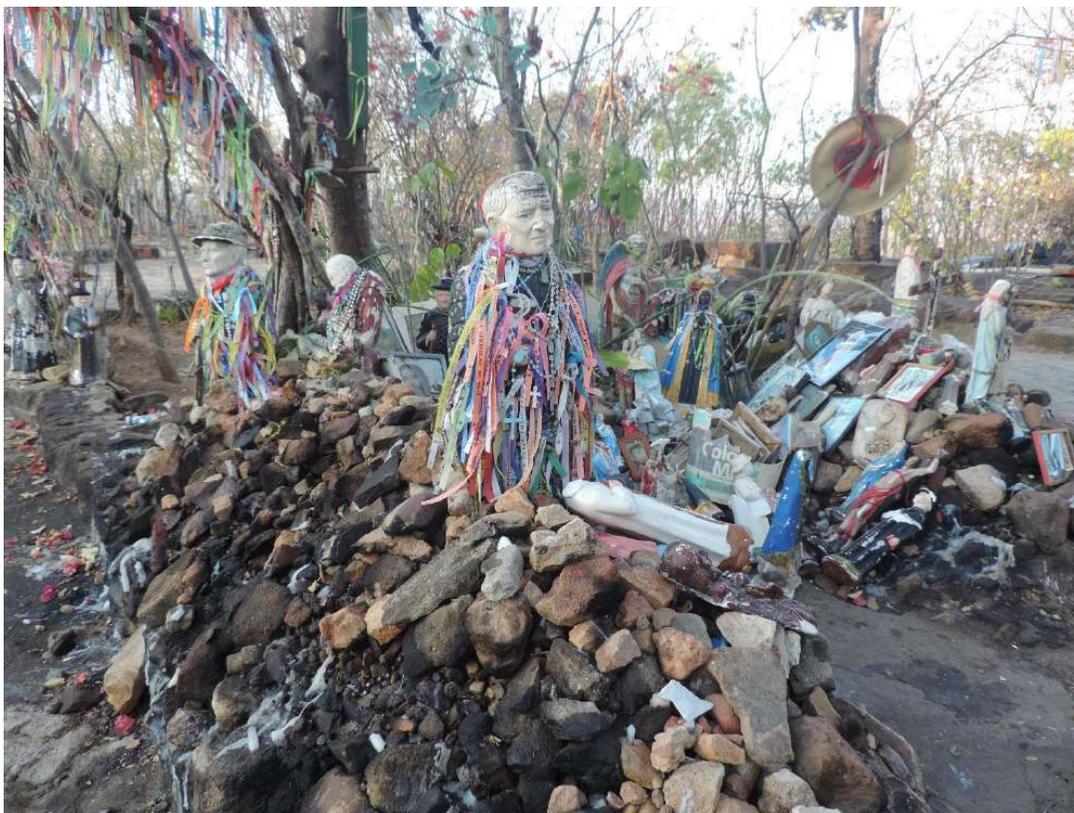


Figura 5.4 – No geossítio Colina do Horto, entre as diferentes formas de adoração ao Padre Cícero está a deposição de seixos e blocos de rocha, o que agrega um valor antrópico a este elemento da geodiversidade.

Outros exemplos de valor antrópico percebidos no território estão associados com a mineração de pedra calcária no Geossítio Pedra Cariri, além do interesse científico, devido ao patrimônio paleontológico, principalmente, nos geossítios Parque dos Pterossauros, Pedra Cariri e Floresta Petrificada.

O Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, apesar dos poucos geossítios inventariados, apresenta, pelo que foi analisado, valores ecocêntricos que representam o papel da geodiversidade, seus elementos e processos, no estabelecimento dos ambientes, ao longo da história geológica, que moldaram o território, suas paisagens e patrimônio. A diversidade abiótica é responsável, portanto, por fornecer condições de estabelecimento de uma biodiversidade própria, além de registrar, por meio dos fósseis, que essa diversidade já era alta em períodos mais antigos.

Tudo isso é hoje intrinsecamente ligado com a cultura local, com as comunidades que vivem no território, bem como os visitantes e pesquisadores que fazem do Geoparque Araripe um local único.

5.1.2. Seridó Geoparque Mundial da UNESCO

O Geoparque Seridó foi aceito no Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO e incluído na Rede de Geoparques Mundiais em 13 de abril de 2022. Entre os principais destaques do território, em termos de patrimônio geológico, estão as mineralizações scheelitíferas, representadas pelo Geossítio Mina Brejuí, um dos maiores depósitos de Scheelita da América do Sul.

Em termos da avaliação ecocêntrica qualitativa (Quadro 5.2), observa-se, para o valor de equilíbrio a importante participação dos elementos descritos no ciclo das rochas, pois demonstram como a geodiversidade é modificada ao longo do tempo geológico, permitindo a geração de diferentes ambientes e litotipos.

Destaca-se também a importante participação do intemperismo e erosão na modelagem das diferentes formas presentes na paisagem do território, potencializados pelo clima seco, tipicamente semiárido. Exemplo disto são as geoformas do Geossítio Serra Verde (Figura 5.5). Por fim, o Geossítio Vale Vulcânico representa o processo de vulcanismo



Figura 5.5 – Os processos que originaram geoformas como a da Baleia, Cachorro e Nariz no Geossítio Serra Verde estão associados com o valor de equilíbrio da geodiversidade.

Quadro 5.2 – Avaliação qualitativa de geossítios do Sertão Geoparque Mundial da UNESCO.

ID	GEOSSÍTIPO	EQUILÍBRIO	ECOLÓGICO	REGISTRO	ANTRÓPICO
1	Serra Verde	Ciclo das rochas, geoformas	Acúmulo de água superficial	Estruturas frágeis	Registros rupestres
2	Cruzeiro de Cerro Corá	Ciclo das rochas	Fauna e flora de semiárido	Estruturas frágeis	Mirante, cruzeiro
3	Nascente do Rio Potengi	Ciclo da água	Nascente	Estratificação	Rio que dá nome ao estado, relação cultural forte
4	Vale Vulcânico	Vulcanismo	Fauna e flora de semiárido	Disjunções colunares	Pesquisa científica, trilha
5	Mirante de Santa Rita	Erosão, intemperismo, ciclo das rochas	Fauna e flora de semiárido	Estruturas sedimentares	Mirante, terapias holísticas
6	Tanque dos Poscianos	Ciclo das rochas	Acúmulo de água superficial	Estruturas frágeis, enclaves	Mirante, trilha
7	Lagoa do Santo	Ciclo das rochas	Acúmulo de água superficial	Estruturas frágeis, tanque fossilífero	Registros rupestres, Pedra do Sino
8	Pico do Totoró	Ciclo das rochas, geoformas	Substrato	Estruturas frágeis, enclaves	Inspiração artística, lendas, agricultura, barragem
9	Morro do Cruzeiro	Ciclo das rochas	Habitat	Estruturas dúcteis e frágeis, contato, intrusão	Aspecto religioso, monumento da cidade
10	Mina Brejuí	Ciclo das rochas, hidrotectonismo	Fauna e flora de semiárido, habitat, água superficial	Diques, estruturas dúcteis e frágeis, contato	Mineração, parque temático, educação, pesquisa científica
11	Cânions dos Apertados	Erosão fluvial, ciclo das rochas	Rio Acauã	Diques, estruturas dúcteis e frágeis, contato	Trilha, turismo, educação ambiental
12	Acude Gargalheiras	Ciclo das rochas, intemperismo	Acúmulo de água superficial	Estruturas frágeis, tafoni	Acude, prática esportiva
13	Poço do Arroz	Ciclo das rochas	Acúmulo de água superficial	Estruturas frágeis	Registros rupestres
14	Cruzeiro de Acari	Ciclo das rochas	Habitat	Texturas porfirítica e tipo rapakivi	Educação científica
15	Marmitas do Rio Carnaúbas	Erosão fluvial	Rio Carnaúba	Estruturas frágeis	Registros rupestres
16	Serra da Rajada	Erosão eólica	Fauna e flora de semiárido	Tafoni	Aspecto cultural
17	Monte do Galo	Ciclo das rochas	Fauna e flora de semiárido	Estruturas dúcteis e frágeis, intrusão	Aspecto religioso
18	Xique-xique	Ciclo das rochas	Fauna e flora de semiárido	Estruturas dúcteis e frágeis	Registros rupestres
19	Cachoeira dos Fundões	Erosão fluvial	Acúmulo de água superficial, cachoeira	Estruturas frágeis	Registros rupestres, lazer
20	Acude Boqueirão	Ciclo das rochas	Acúmulo de água superficial	Estruturas dúcteis e frágeis	Acude, mineração, lazer
21	Mirador	Intemperismo, ciclo das rochas	Fauna e flora de semiárido	Estruturas frágeis	Registros rupestre

Em relação ao valor ecológico, a geodiversidade é fundamental para o estabelecimento de fauna e flora típicas da região, por vezes associada com o endemismo da biodiversidade. Assim, no território do Geoparque Seridó, a presença de espécies da família *Cactaceae* (cactus), tão representativas do semiárido, é possibilitada, por exemplo, pelos substratos presentes na região. De forma semelhante, a Acauã, espécie da família *Falconidae* encontra no território condições ideais para seu estabelecimento, manutenção e reprodução. Destaca-se, nesta região de clima seco, a presença de corpos de água, por vezes intermitentes, mas que cumprem uma função ecológica importante, a exemplo da Nascente do Rio Potengi (Figura 5.6), localizado em geossítio homônimo e que é um dos principais afluentes do estado do Rio Grande do Norte



Figura 5.6 – A Nascente do Rio Potengi cumpre um papel ecológico fundamental, dando origem a um dos maiores rios do estado, o que evidencia o valor ecológico da geodiversidade.

Em um território com história geológica marcada por importantes eventos deformacionais, alguns associados com o Ciclo Brasileiro e a quebra do supercontinente Gondwana, há o registro de tais processos nos elementos da geodiversidade. Dessa forma, é possível encontrar, em diferentes escalas, estruturas e texturas resultantes desses eventos, como fraturas, falhas, dobras, boudinagem. Nos estratos sedimentares e parametamórficos é possível identificar estratificações, por exemplo.

Essas características, próprias da diversidade abiótica, são responsáveis pelo valor de registro, associado à capacidade que a geodiversidade tem de manter informações sobre o passado da Terra. No Geossítio Vale Vulcânico (Figura 5.7), o registro de vulcanismo é mantido sob a forma de disjunções colunares, horizontais a inclinadas, originadas pela solidificação de lava do evento Vulcanismo Macau, datado em cerca de 25 Ma. A presença de nódulos de Peridotito também é característica de registro importante da geodiversidade neste sítio específico.



Figura 5.7 – Disjunções colunares inclinadas que registram um episódio vulcânico no território do Geoparque Seridó, especificamente no Geossítio Vale Vulcânico, com rochas datadas em 25 Ma.

A relação do ser humano com a geodiversidade é evidenciada no Geoparque Seridó por meio de expressões artísticas, mas também por aspectos históricos, religiosos e econômicos. Por exemplo, os registros rupestres encontrados nos geossítios Serra Verde, Lagoa do Santo, Poço do Arroz, Marmitas do Rio Carnaúbas, Xiquexique e Mirador remontam à presença de antigas comunidades, pré-históricas, que viveram no território e utilizaram as rochas como quadros para representar a sua própria cultura.

A mineração é uma atividade econômica importante e que está intrinsecamente ligada à disponibilidade de elementos abióticos que possibilitem a sua extração e uso. O valor antrópico

também é percebido pelo posicionamento de cruzeiros em alguns locais, a exemplo dos geossítios Morro do Cruzeiro (Figura 5.8), Cruzeiro de Cerro Corá e Cruzeiro de Acari. Esses lugares tornam-se, dessa forma, pontos de peregrinação e culto, sobretudo cristão, aproveitando-se dos relevos positivos, de destaque na paisagem.



Figura 5.8 – O Geossítio Morro do Cruzeiro, na cidade de Currais Novos, tem proteção legal e guarda uma relação cultural com a comunidade local pelo seu aspecto religioso.

A partir do que foi analisado, a relação da geodiversidade e seus elementos com o ecossistema se dá, principalmente, pelos processos geradores das rochas e relevos, produzindo as linhas da paisagem típica da região nordestina. As condições abióticas são essenciais para o estabelecimento de uma fauna e flora típicas do semiárido, englobados pelo bioma Caatinga. Os eventos registrados ao longo da história de evolução do ambiente geológico estão impressos nos diferentes elementos, que também guardam importantes relações com a população, seja no presente ou no passado pré-histórico.

5.1.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas

O território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas, em seus 16 municípios, apresenta diversas interações entre a geodiversidade e todo o ecossistema. Destaca-se aqui o caso da erosão na localidade de Atafona, no município de São João da Barra, que tem provocado destruição de diversas casas e estruturas antrópicas (Figura 5.9). Ressalta-se que, apesar dos impactos que a erosão intensificada tem sobre a comunidade humana, este caso é uma evidência do valor de equilíbrio da geodiversidade.

Com o uso desbalanceado do rio Paraíba do Sul a montante, a capacidade de transporte de sedimentos e a vazão hídrica foram modificados, diminuindo a recarga sedimentar na foz, onde está localizada Atafona. Dessa forma, a geodiversidade procurou alcançar novamente um equilíbrio ambiental, com aumento da erosão costeira. Ou seja, houve uma adaptação das condições provocada pelas mudanças antrópicas, o que nada mais é do que a resposta da diversidade abiótica às novas características apresentadas.



Figura 5.9 – Casa com avarias na região de Atafona devido à forte erosão costeira, resultado das mudanças provocadas no delta do Rio Paraíba do Sul.

Quadro 5.3 – Avaliação qualitativa de geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.

ID	GEOSSÍTIPO	EQUILÍBRIO	ECOLÓGICO	REGISTRO	ANTRÓPICO
1	Lagoa Vermelha	Hipersalinidade	Estromatólitos em ambiente hipersalino	Registro paleoambiental	Mineração de sal
2	Mangue de Pedra	Rochas do mangue	Aquífero	Conglomerados com registro de reativação de falha	Educação ambiental, pesca, quilombolas
3	Quartzo leitoso	Mineral	Vegetação endêmica	Veio de quartzo leitoso de grandes dimensões	Quilombo, paisagem
4	Falha Pai Vitorio	Tectonismo	Aquífero	Falha	Educação ambiental, quilombolas
5	Ponta da Lagoinha / Boca / Forno	Diversidade mineral, ciclo das rochas, Ciclo de Wilson	Ambiente de costão rochoso com vegetação endêmica	Metamorfismo de alto grau (assembleia Granada, Ciantia e Siliimanita), Orogenia Búzios	Praia
6	Boqueirão	Ciclo das rochas	Vegetação endêmica	Diques	Sambaquis, turismo
7	Pontal do Atalaia	Ciclo das rochas	Ambiente de costão rochoso com vegetação endêmica, dunas	Diques, cavidades	Sambaquis, turismo, reserva extrativista
8	Dunas do Peró	Ambiente eólico	Aquífero sob duna, lagoas interdunares, restinga	Estruturas eólicas	Sítios arqueológicos, prática de sandboard, educação ambiental, banho em lagoas
9	Pontal do Peró	Ciclo das rochas	Vegetação e fauna endêmica	Diques	Praia, trilha
10	Fazenda Campos Novos	Sedimentação e erosão durante as variações de nível do mar no Quaternário	Mata de tabuleiro	Paleofalésia, paleolaguna, variação do nível do mar	Sambaquis, fazenda, história da escravidão, passagem de Charles Darwin
11	Praia Brava	Foz da lagoa, Ciclo de Wilson	Ambiente de costão rochoso com vegetação de restinga endêmica	Contato com embasamento, falhas, dobras, diques	Praia, mirante
12	Canal Campos-Macaré	Deposição de sedimentos, evolução do litoral	Restinga com fauna e flora endêmicas	Paleocorredores arenosos	Canal construído e arenito antrópico
13	Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatiba	Sedimentação e erosão	Disponibilidade de água	Registro paleoambiental	Reserva ambiental
14	Barra de São João	Ciclo das rochas, foz do rio	Rio, ambiente de costão rochoso, manguezal	Sedimentação	Igreja, casario, pesca
15	Ponta da Farinha	Tectonismo	Presença de restinga, lagoa, ambiente de costão rochoso	Brecha tectônica, falha	Educação ambiental
16	Praia dos Cavaleiros	Ciclo das rochas	Ambiente de costão rochoso	Embasamento Paleoproterozóico	Praia
17	Beachrocks de Darwin	Ciclo das rochas	Habitat, ambiente de costão rochoso	Paleoível do mar	Descrição do ambiente por Charles Darwin

18	Ponta Negra	Ciclo das rochas	Desova de tartarugas, nascente de rio, vegetação nativa, com ambiente de costão rochoso	Terreno Cabo Frio, evidência de paleocontinente	Farol
19	Praia da Saeristia	Ciclo das rochas	Vegetação endêmica	Diques	Praia
20	Gruta da Saeristia	Ciclo das rochas, erosão marinha	Vegetação endêmica	Diques, <i>boudins</i> , deformação	Lazer
21	Monumento dos Costões Rochosos	Ciclo das rochas, embasamento	Ambiente de costão rochoso	Variação de nível do mar	Pesca
22	Falésias São Francisco Itabapana	Falésias	Ambiente de cordão rochoso com vegetação de restinga	Sedimentos da falésia	Farol, educação ambiental, praia
23	Delta Paraíba do Sul	Ambiente deltaico	Rio, manguezal	Cordões holocênicos	Pesca, área de lazer
24	Lagoa Salgada	Hipersalinidade	Estromatólitos	Registro paleoambiental	Agricultura
25	Serra da Sapiatiba	Tectonismo, Ciclo de Wilson	Vegetação típica de semiárido e úmida	Orogenia Búzios, último fechamento do Gondwana	Instalação de torres de celular
26	Promontório Igreja de Nossa Senhora de Nazaré	Tectonismo	Ambiente de costão rochoso	Falhas, dobras, <i>boudins</i> , intrusão de diques e pegmatitos	Igreja

Ainda enquanto valor de equilíbrio, podem ser citados a participação dos elementos no ciclo das rochas, bem como as evidências de colisão continental, no contexto do Gondwana, como observado nos geossítios Ponta da Lagoinha / Brava / Forno e Serra da Sapiatiba. Os diferentes ambientes eólico e marinho, das Dunas do Perú e Delta do Paraíba do Sul, respectivamente, também evidenciam as características de equilíbrio da geodiversidade.

No que se caracteriza como valor ecológico, o território possui uma grande diversidade de interações, especialmente em relação ao forte endemismo da região, em parte associadas com as características físicas. Por exemplo, os terrenos de costões com face de maior incidência de luz solar apresentam o desenvolvimento de uma vegetação mais esparsa, com destaque a espécies da família *Cactaceae* (Figura 5.10), já terrenos com menor incidência solar apresentam microclima mais úmido, o que beneficia o desenvolvimento de vegetação mais densa. Portanto, percebe-se um claro controle das características abióticas sobre a flora local.



Figura 5.10 – Na região do Geossítio Pontal do Atalaia, quando o terreno possui uma forte incidência solar a vegetação que se desenvolve é mais incipiente.

Outro importante exemplo do valor ecológico a ser destacado é a ocorrência de estromatólitos, beneficiados pela hipersalinidade, nos geossítios Lagoa Vermelha e Lagoa Salgada. Portanto, a

geodiversidade permitiu o estabelecimento de condicionantes ideais para o desenvolvimento dos microorganismos.

Em relação ao valor de registro é importante frisar que o território passou por importantes eventos a nível continental, relacionados com a formação de Gondwana e que é registrado no território pela chamada Orogenia Búzios, como na Serra de Sapatiba, mas também pelo metamorfismo de alto grau, registrados pela assembleia Granada-Cianita-Sillimanita na Praia do Forno e outras praias vizinhas em Armação dos Búzios e na Praia Brava em Cabo Frio. Sendo um território geologicamente marcado por intensas deformações, a geodiversidade apresenta como registro desses processos elementos como falhas, dobras, *boudins*, diques, brechas.

Elementos de origem sedimentar também são encontrados no território e registram um passado ainda mais recente do território, como paleofalésia encontrada no Geossítio Fazenda Campos Novos (Figura 5.11), que é uma evidência da transgressão do nível do mar há aproximadamente cinco mil anos.



Figura 5.11 – Paleofalésia na área da Fazenda Campos Novos, município de Cabo Frio, registra momento em que o nível do mar era mais alto que o atual.

O território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas possui um forte atrativo turístico, sendo alguns dos principais destinos fluminenses encontrados na região, a exemplo dos municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios. Mas a relação antrópica com o ambiente geodiverso do território é também expresso por outras atividades, como a mineração de sal na área do Geossítio Lagoa Vermelha, o uso das praias para lazer, além da importância histórica-científica da passagem de Charles Darwin em geossítios como Fazenda Campos Novos e Beachrocks de Darwin.

Importante destacar, no que aqui é caracterizado como valor antrópico, a presença de sambaquis, que são estruturas antrópicas e que representam antigas ocupações em uma região, como nos geossítios Pontal do Atalaia, Boqueirão e Fazenda Campos Novos. A atividade pesqueira também é presente no território (Figura 5.12) e é resultado de uma integração entre o meio abiótico que provém habitat para as espécies que são pescadas pelo ser humano.



Figura 5.12 – A atividade pesqueira, comercial e recreativa, é comum no território, como na região do município de São Francisco de Itabapoana.

5.2. Avaliação quantitativa

A avaliação quantitativa corresponde à pontuação dos critérios, indicadores e parâmetros elencados na metodologia proposta. Os valores obtidos representam a relação entre os elementos da geodiversidade nos locais analisados com diferentes componentes dos ecossistemas. Novamente, os resultados são também dependentes do avaliador, seu conhecimento e experiência que resultam na pontuação segundo os critérios, indicadores e parâmetros estabelecidos na metodologia aplicada. A metodologia foi aplicada nas três áreas de estudo, resultando na avaliação de 58 geossítios.

5.2.1 Araripe Geoparque Mundial da UNESCO

Os resultados obtidos com a avaliação quantitativa dos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO mostram que o valor ecocêntrico da geodiversidade varia de 13 a 82 no território (Tabela 5.1), sendo a menor pontuação do Geossítio Santa Fé e a maior do Geossítio Riacho do Meio.

Em relação ao valor de equilíbrio (Figura 5.13), três geossítios possuem o maior valor, são eles: Riacho do Meio, Batateira e Caldeirão de Santa Cruz. Interpreta-se que nestes locais há uma maior percepção da participação da geodiversidade, seus elementos e processos no estabelecimento das condições de equilíbrio ambiental, demonstrado, por exemplo, pela diversidade mineral e pelos processos erosivos, também pelas evidências de tectônica e o conteúdo pedológico desses sítios.

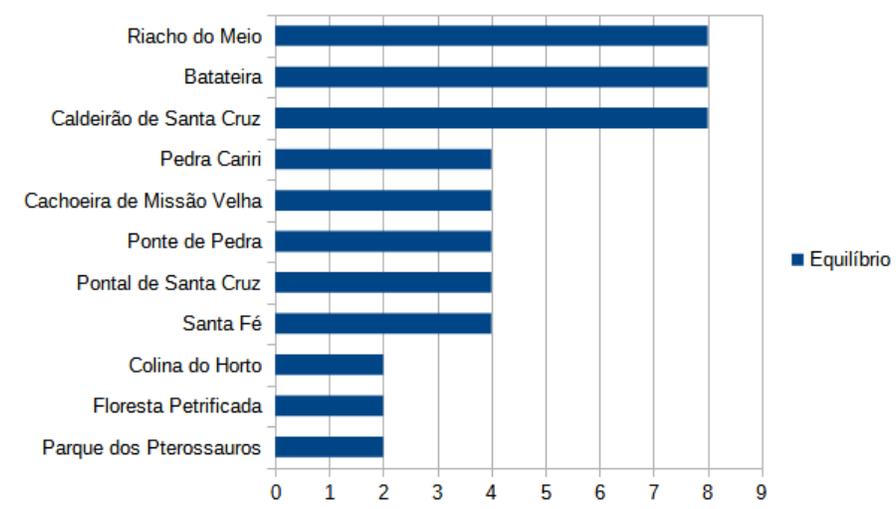


Figura 5.13 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

Tabela 5.1 – Avaliação quantitativa de geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

ID	SÍTIO	EQUILÍBRIO					ECOLÓGICO					REGISTRO					ANTROPÍCO					VEG					
		Eq1	Eq2	Eq3	Eq4	Eq5	EqT	Ec1	Ec2	Ec3	Ec4	Ec5	EcT	Rel	Re2	Re3	Re4	Re5	ReT	An1	An2		An3	An4	An5	AnT	
1	Parque dos Pterossauros	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	1	1	9	16
2	Pontal de Santa Cruz	1	1	2	1	2	4	1	2	1	1	4	1	1	1	2	2	1	2	2	3	3	1	1	1	18	28
3	Pedra Cariri	1	1	1	2	2	4	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	3	12	2	3	3	2	1	1	36	54
4	Floresta Petrificada	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	12	1	3	3	1	1	1	9	25
5	Cachoeira de Missão Velha	1	1	2	2	1	4	3	2	1	2	12	1	1	1	2	3	6	2	2	3	3	1	1	1	18	40
6	Colina do Horto	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	1	2	2	1	12	2	2	3	3	1	1	1	18	34
7	Ponte de Pedra	1	1	1	2	2	4	2	2	1	2	8	1	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1	1	1	18	32
8	Bateira	1	1	2	2	2	8	3	2	2	3	36	2	1	1	2	3	12	2	2	3	3	1	1	1	18	74
9	Raicho do Meio	1	1	2	2	2	8	3	2	3	1	54	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	1	1	1	18	82
10	Santa Fé	1	1	2	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	3	1	1	1	6	13
11	Caldeirão de Santa Cruz	1	2	1	2	2	8	2	1	1	2	4	2	2	2	1	1	8	2	2	3	3	1	1	1	18	38

No valor ecológico (Figura 5.14), destacam-se os geossítios Riacho do Meio e Batateira. Não por coincidência, são locais nos quais estão delimitadas Unidades de Conservação. Portanto, nestes geossítios a geodiversidade tem uma contribuição importante para o estabelecimento de uma biodiversidade também relevante. E isto ocorre pela disponibilização de água, subterrânea e/ou superficial, e por diferentes condições físicas para a ocorrência de endemismo e alta diversidade biótica.

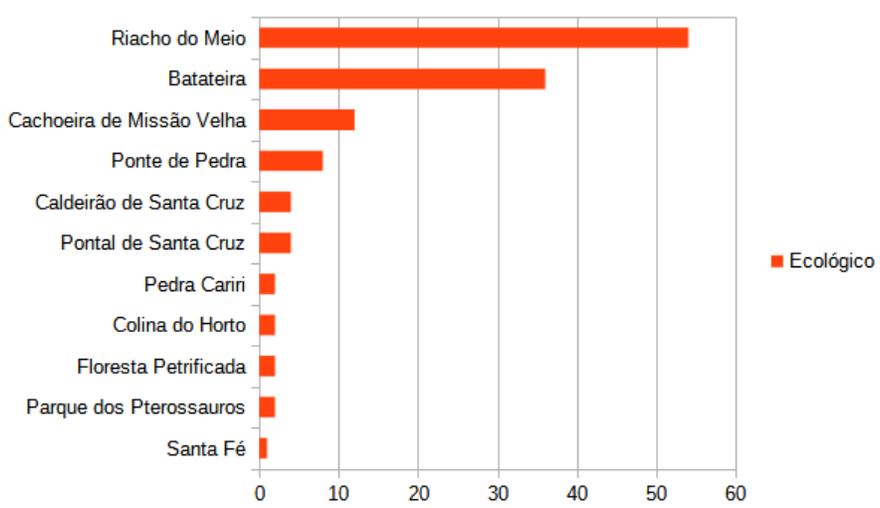


Figura 5.14 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

Para o registro (Figura 5.15), associa-se valores maiores à uma maior diversidade de elementos. No caso do Geoparque Araripe, na literatura são destacados os diferentes exemplos do seu patrimônio paleontológico, o que associado a outros elementos da geodiversidade com capacidade de registro agrega alto valor de registro aos geossítios Batateira, Pedra Cariri e Floresta Petrificada. Ao geossítio Colina do Horto, o valor de registro está mais associado aos diferentes elementos minerais, litológicos e estruturais encontrados no local, uma vez que não há ocorrência de fósseis neste sítio.

Por outro lado, o geossítio Parque dos Pterossauros, que tem um importante conteúdo fóssilífero, apresenta valores de registro mais baixos, comparativamente com outros locais com fósseis, pois não há diversidade de outros elementos abióticos, para além do conteúdo paleontológico, que guardem a história da Terra.

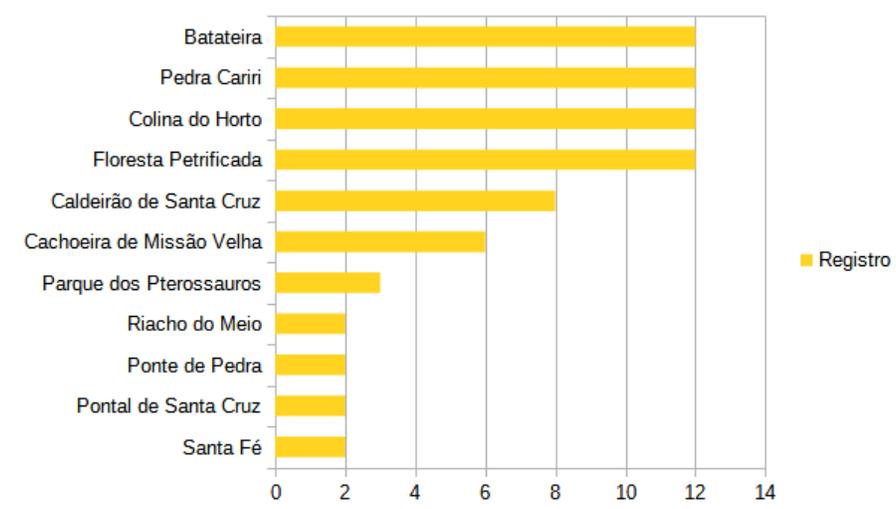


Figura 5.15 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

O Geossítio Pedra Cariri é o que, de forma destacada, apresenta um maior valor antrópico (Figura 5.16), isto é justificado pelos diferentes interesses que este local desperta. Primeiramente, é uma área com mineração ativa, mas com forte interesse científico, por seu conteúdo paleontológico, o que promove usos educativos e turísticos da área.

Os geossítios Colina do Horto, Batateira, Cachoeira de Missão Velha, Riacho do Meio, Pontal de Santa Cruz e Ponte de Pedra possuem o mesmo valor nesta categoria e mostram que são locais em que há relação com as comunidades locais e visitantes.

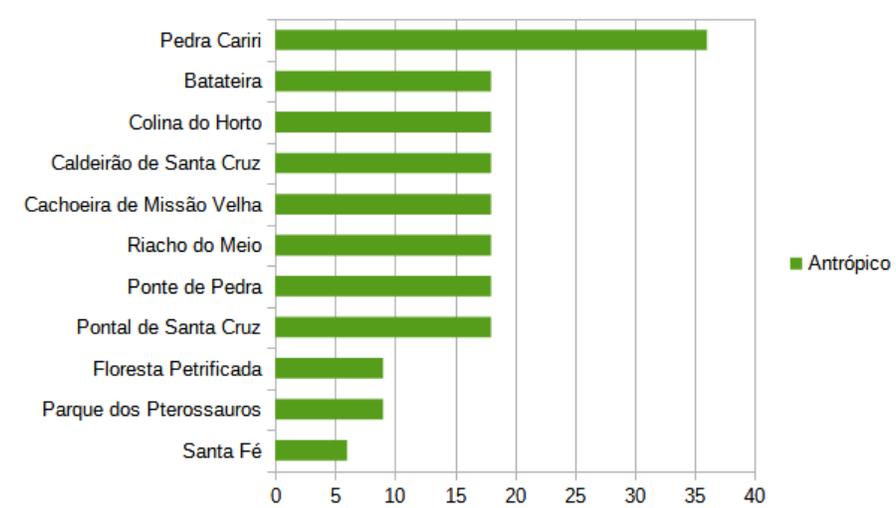


Figura 5.16 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

Com os resultados obtidos, observa-se que os três geossítios com maiores valores ecocêntricos da geodiversidade são: Riacho do Meio, Batateira e Pedra Cariri (Figura 5.17). Destes, o predomínio do valor antrópico sobre os demais ocorre apenas no terceiro. O que este resultado demonstra é que de fato não somente o ser humano se beneficia dos processos e elementos da diversidade abiótica do planeta.

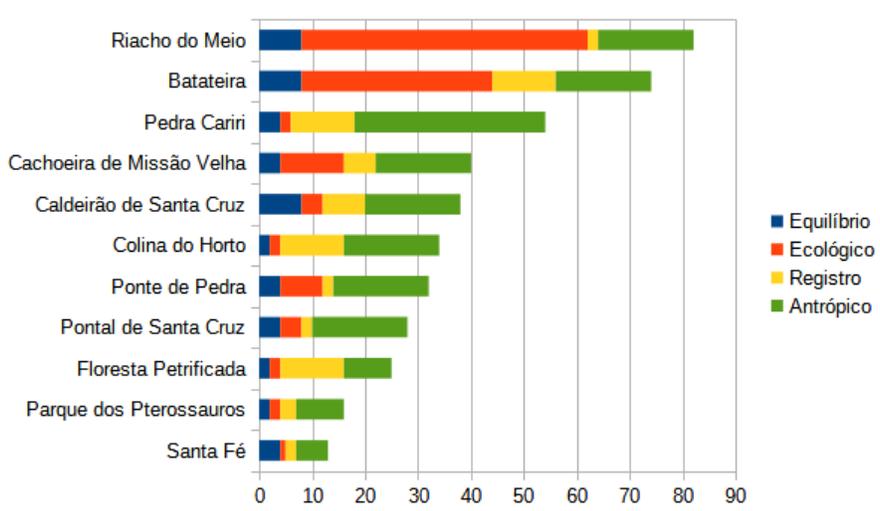


Figura 5.17 – Gráfico de resultados para o valor ecocêntrico da geodiversidade nos geossítios do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO.

Os geossítios Cachoeira de Missão Velha, Caldeirão de Santa Cruz, Colina do Horto, Ponte de Pedra e Pontal de Santa Cruz podem ser agrupados em uma segunda classe de valores, com forte relação antrópica com a geodiversidade, mas também considerando destaques importantes para o valor de equilíbrio, no caso do Caldeirão de Santa Cruz, do Ecológico na Cachoeira de Missão Velha e do Registro na Colina do Horto.

No caso do Caldeirão de Santa Cruz, no qual se destaca o valor de equilíbrio, este predomínio se justifica pela diversidade mineral, pela evidência de tectônica, os processos erosivos e de formação de solo (Figura 5.18).



Figura 5.18 – O Geossítio Caldeirão de Santa Cruz apresenta predomínio do valor de equilíbrio sobre os demais.

Os resultados quantitativos reafirmam a importância da geodiversidade para os diferentes atores do ecossistema no território do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO. Destaca-se as relações dos elementos abióticos com o equilíbrio ecossistêmico local, sobretudo pelos processos intempéricos e erosivos atuantes, ou ainda pela diversidade mineral e evidências de tectônica, que mostram a construção dos ambientes ao longo do tempo geológico.

É inegável o fato da geodiversidade colaborar com o estabelecimento de uma biodiversidade própria no território, o que se verificou no valor ecológico. Da mesma forma, a história da Terra está registrada em diferentes elementos, com destaque ao patrimônio paleontológico único do Araripe.

Por fim, a relação do ser humano com o território é evidente e está expressa na cultura forte local, por exemplo na crença do Padre Cícero e seus princípios ambientais. É uma região que desperta muito interesse científico e mesmo do público leigo pelo seu patrimônio paleontológico, o que claramente está associado à uma importância dada pelo ser humano a este elemento da geodiversidade.

5.2.2 Seridó Geoparque Mundial da UNESCO

A variação numérica para o valor ecocêntrico da geodiversidade dos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO foi de 13 a 169 (Tabela 5.2), sendo a menor pontuação total para o Geossítio Cruzeiro de Cerro Corá e a maior para o Geossítio Açude Boqueirão.

Em relação ao valor de equilíbrio, os três geossítios com maiores valores, Açude Boqueirão, Cânion dos Apertados e Cachoeira dos Fundões (Figura 5.19), são locais que possuem rochas ígneas e metamórficas, com diversidade mineral e que passaram por processos erosivos que geraram elementos como os que nomeiam estes sítios. São resultados, portanto, de diferentes processos associados à geodiversidade e que são responsáveis pela manutenção das condições ambientais em equilíbrio.

Destacam-se também nesta categoria os geossítios Nascente do Rio Potengi, Mina Brejuí e Xiquexique. No caso do segundo, justifica-se principalmente pela diversidade mineralógica e petrológica, além das evidências de tectônica. Aos demais associa-se também os processos erosivos e de formação de solo.

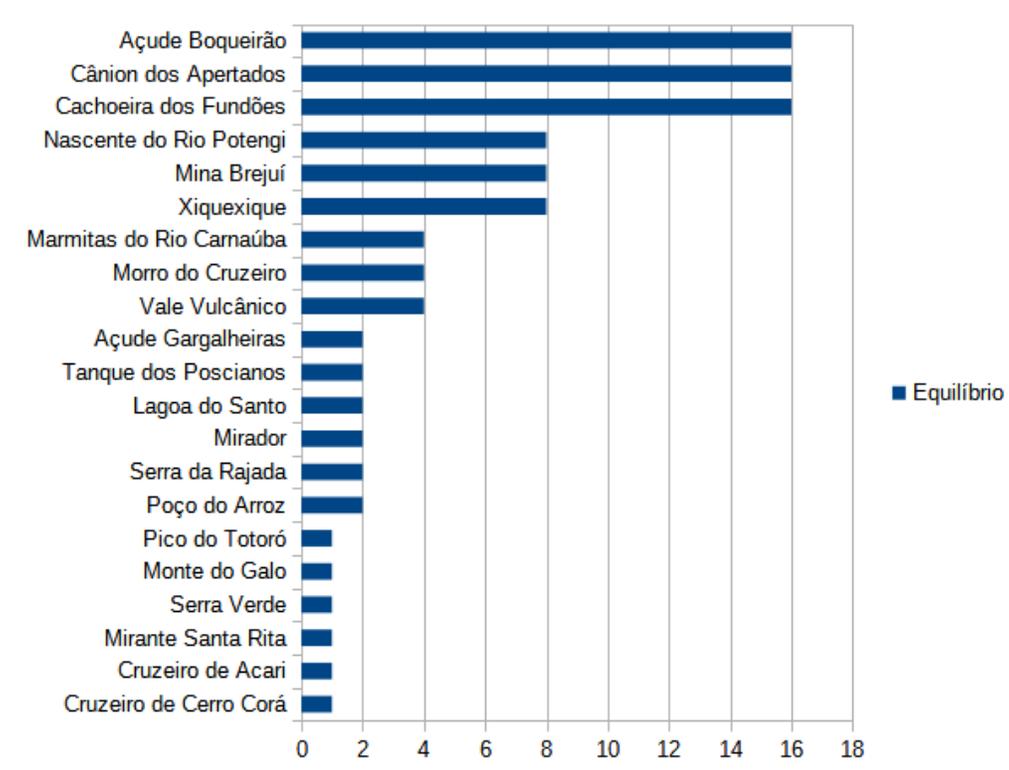


Figura 5.19 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

Tabela 5.2 – Avaliação quantitativa de geossítios do Sertão Geoparque Mundial da UNESCO.

ID	SÍTIO	EQUILÍBRIO					ECOLÓGICO					REGISTRO					ANTROPÍCO					VEG				
		Eq1	Eq2	Eq3	Eq4	Eq5	EqT	Ec1	Ec2	Ec3	Ec4	Ec5	EcT	Re1	Re2	Re3	Re4	Re5	ReT	An1	An2		An3	An4	An5	AnT
1	Serra Verde	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	6	2	3	3	1	1	18	27
2	Cruzeiro de Cerro Corá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	9	13
3	Nascente do Rio Potengi	1	1	2	2	2	8	3	2	2	3	1	36	2	1	1	1	1	2	2	3	3	1	2	36	82
4	Vale Vulcânico	2	1	1	2	1	4	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	6	1	3	3	1	1	9	21
5	Mirante Santa Rita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	1	1	18	22
6	Tanque dos Poscianos	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	2	1	2	1	1	12	2	3	3	1	2	36	52
7	Lagoa do Santo	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1	3	3	3	2	2	1	2	24	2	3	3	1	1	18	47
8	Pico do Totoró	1	1	1	1	1	1	3	1	2	3	18	3	3	2	2	2	1	24	2	3	3	1	2	36	79
9	Morro do Cruzeiro	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	3	2	1	2	1	12	2	3	3	1	1	18	35
10	Mina Brejui	2	2	2	1	1	8	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	1	36	2	3	3	2	1	36	81
11	Cânion dos Apertados	2	1	2	2	2	16	2	1	3	3	18	3	2	2	2	2	1	24	2	3	3	1	1	18	76
12	Agude Gargalheiras	1	1	1	2	1	2	3	1	1	3	9	3	2	2	2	1	1	24	2	3	3	1	2	36	71
13	Poço do Arroz	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	9	16
14	Cruzeiro de Acari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	9	14
15	Marmitas do Rio Carnaúba	1	1	2	2	1	4	2	1	1	2	4	3	3	3	2	2	1	36	2	3	3	1	1	18	62
16	Serra da Raiada	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	12	1	3	3	1	1	9	24
17	Monte do Galo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	2	1	18	2	3	3	1	1	18	38
18	Xiquexiquire	2	2	2	1	1	8	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	1	24	2	3	3	1	1	18	53
19	Cachoeira dos Fundões	2	2	2	2	1	16	2	1	1	3	6	2	2	2	2	1	1	8	2	3	3	1	1	18	48
20	Agude Boqueirão	2	2	2	2	1	16	3	1	1	3	9	3	3	3	2	2	1	36	2	3	3	2	3	108	169
21	Mirador	1	2	1	1	1	2	1	1	1	3	3	2	1	2	1	1	1	4	2	3	3	1	1	18	27

Os geossítios Nascente do Rio Potengi, Cânion dos Apertados e Pico do Totoró possuem um importante componente ecológico na avaliação (Figura 5.20), o que é explicado, no caso do primeiro, pelas condições associadas à nascente de um importante rio, que é o Potengi, um dos principais afluentes do Rio Grande do Norte.

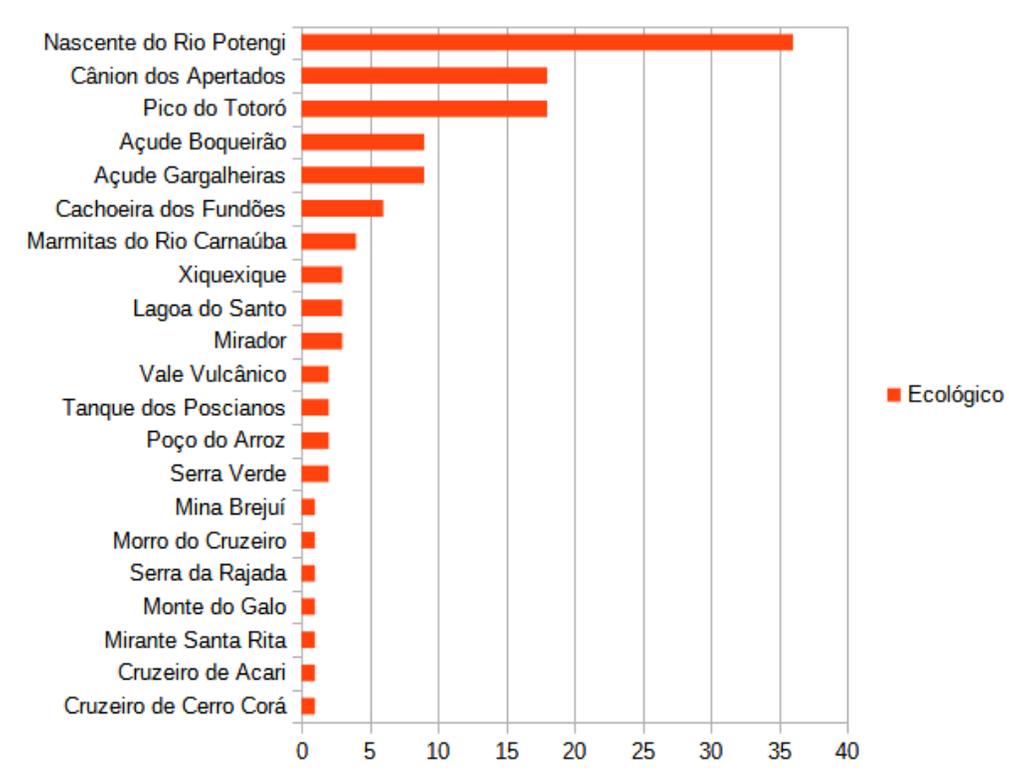


Figura 5.20 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

O valor de registro (Figura 5.21) apresenta valores destacados nos geossítios Açude Boqueirão, Mina Brejuí e Marmitas do Rio Carnaúba. Nestes sítios o destaque se dá pela diversidade de estruturas, geradas por processos ocorridos no Neoproterozoico e Cambriano. São identificados fraturas, falhas, dobras, diques, *boudins*, além de formas de relevo diferenciadas, que registram, portanto, diferentes eventos que ocorreram na região.

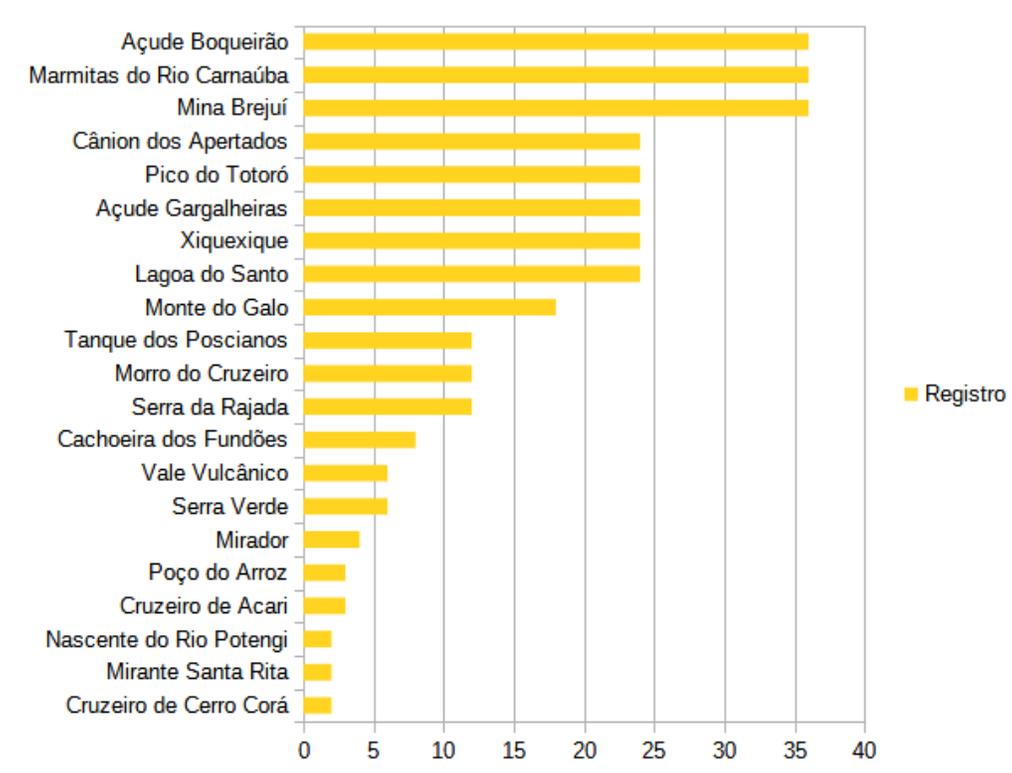


Figura 5.21 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

O Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, assim como deve todo geoparque, possui uma forte relação das comunidades locais com seu território e isto está expresso na avaliação quantitativa realizada pelo valor antrópico (Figura 5.22).

Destaca-se com o maior valor, de forma isolada, o Geossítio Açude Boqueirão. Isto explica-se pelo fato de que na área deste sítio existem todos os tipos de relação antrópica com a geodiversidade: turismo, educação em diferentes níveis de formação, relação cultural, há interesse científico, com diferentes publicações, sobretudo pelos eventos de deformação e pelas mineralizações encontradas, que também promoveram a instalação da atividade de mineração. Por fim, na região também há a atividade pesqueira, no açude em si. Por todas essas expressões, este sítio destaca-se nesta categoria de valor.

Em uma segunda classe de valor, estão os geossítios Mina Brejuí, Pico do Totoró, Açude Gargalheiras, Tanque dos Poscianos e Nascente do Rio Potengi. Estes têm por semelhança o forte interesse científico em diferentes áreas de pesquisa, mas também estão intrinsecamente ligados à cultura local, a exemplo da Mina Brejuí, responsável pela expansão econômica da cidade de Currais Novos nas décadas de 1940 e 1950, principalmente.

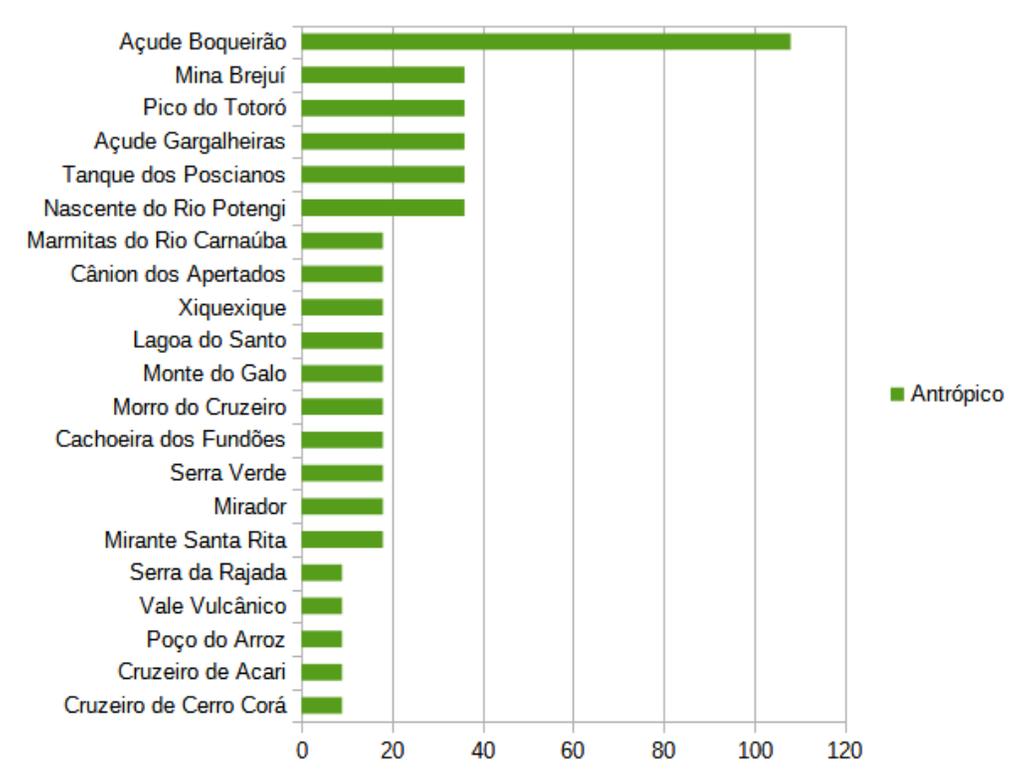


Figura 5.22 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

A partir da análise do gráfico do valor ecocêntrico da geodiversidade (Figura 5.23), observa-se que apenas em dez geossítios o valor antrópico apresenta quantitativo superior à soma dos demais, o que indica uma forte utilização antrópica. Um exemplo disto é o Geossítio Açude Boqueirão, no qual se observa diferentes usos dos elementos abióticos em atividades humanas. Dois dos três sítios com maiores pontuações se destacam pela exploração mineral, geossítios Açude Boqueirão e Mina Brejuí (Figura 5.24), também associada às atividades de pesquisa científica e atividades educativas, que são praticadas corriqueiramente na região.

No entanto, nos outros 11 geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO não se repete essa comparação do valor antrópico com os demais, o que demonstra também a importância dos elementos da geodiversidade para os diferentes atores e processos do ecossistema.

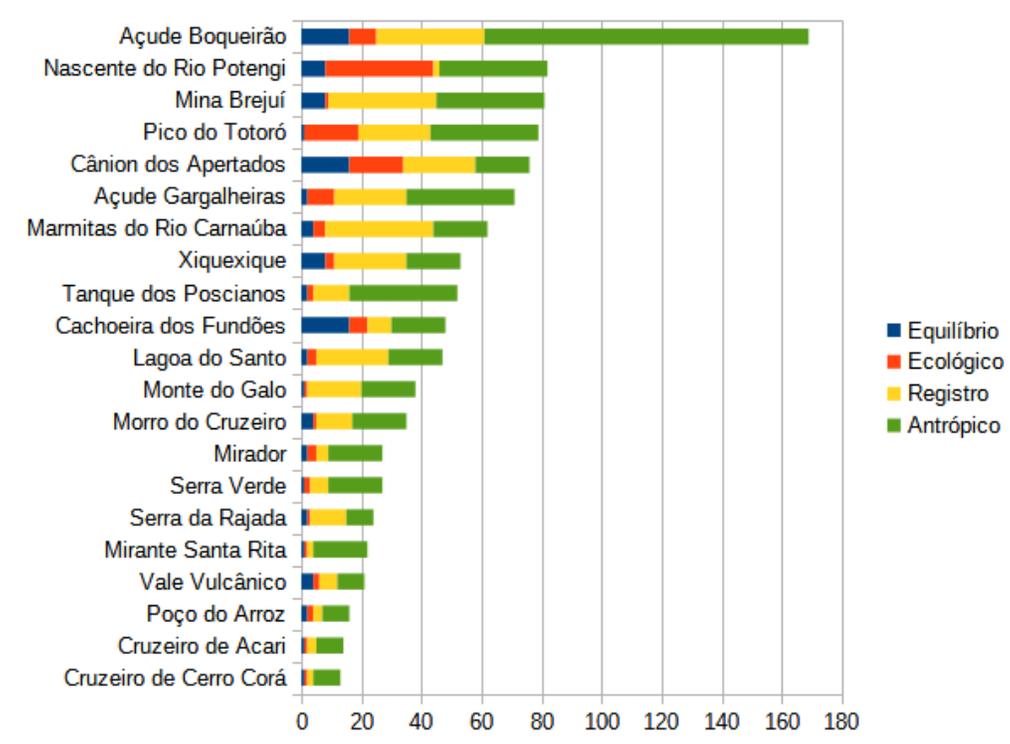


Figura 5.23 – Gráfico com avaliação quantitativa dos geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

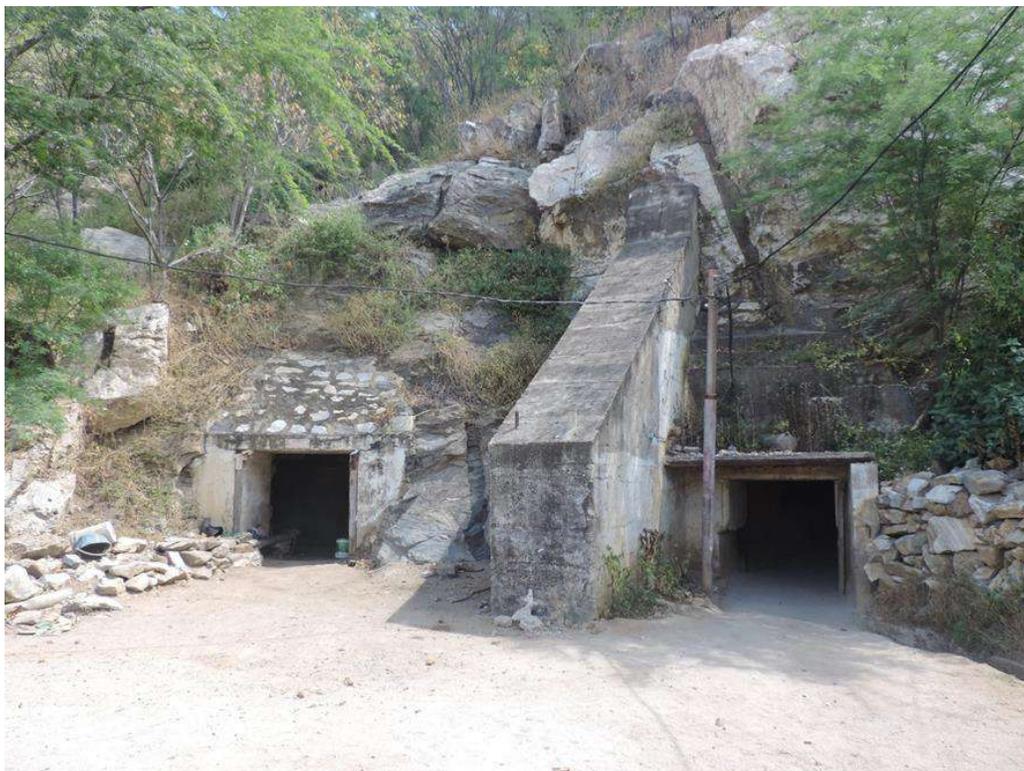


Figura 5.24 – Entradas de galerias de exploração no Geossítio Mina Brejuí.

5.2.3. Projeto Geoparque Costões e Lagunas

Os resultados quantitativos a serem apresentados e discutidos neste trabalho contemplam 28 geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas (Tabela 5.2) e variam numericamente entre 10 e 157. Os dados obtidos apresentam paridade proporcional de valores para as quatro categorias de valores ecocêntricos analisadas, o que indica uma forte representatividade de todos os locais.

Em relação ao valor de equilíbrio (Figura 5.25), dois geossítios apresentam maiores valores: Praia da Sacristia e Ponta Negra. Esses locais apresentam uma grande diversidade de elementos geológicos, além de todos estarem suscetíveis a mais de um tipo de erosão, principalmente marinha e eólica.

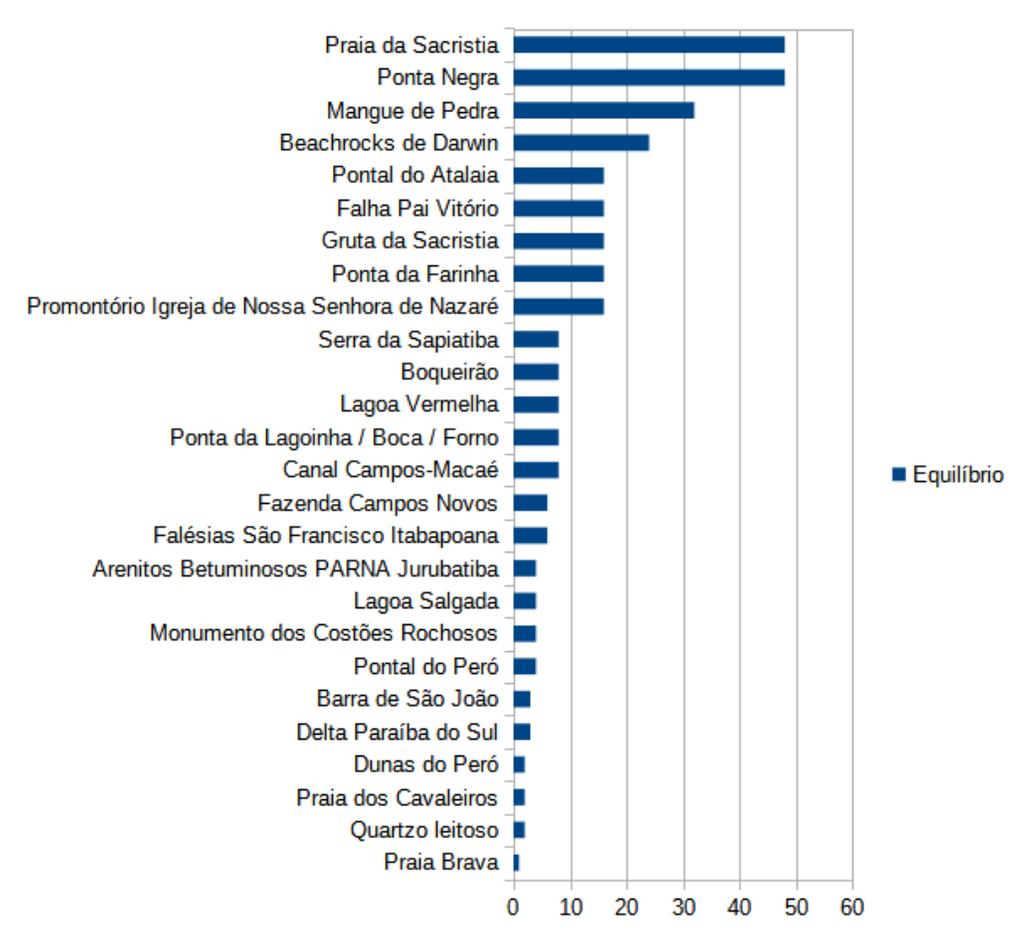


Figura 5.25 – Gráfico de resultados para o valor de equilíbrio nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.

Tabela 5.3 – Avaliação quantitativa de geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas.

ID	SÍTIO	EQUILÍBRIO					ECOLÓGICO					REGISTRO					ANTROPÍCCO					VEG				
		Eq1	Eq2	Eq3	Eq4	Eq5	EqT	Ec1	Ec2	Ec3	Ec4	Ec5	EcT	Re1	Re2	Re3	Re4	Re5	ReT	An1	An2		An3	An4	An5	AnT
1	Lagoa Vermelha	1	1	2	2	2	8	3	2	2	3	1	36	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	1	24	70
2	Mangue de Pedra	2	2	2	2	2	32	3	2	3	3	1	81	2	2	1	2	1	8	2	3	3	1	2	36	157
3	Quartzo leitoso	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	4	10
4	Falha Pai Vitorio	2	2	2	2	1	16	3	1	2	3	2	36	3	3	1	2	1	18	2	3	3	1	2	36	106
5	Ponta da Lagoinha / Boca / Forno	1	2	2	2	1	8	3	1	1	2	2	12	3	2	2	1	1	12	2	3	3	1	1	18	50
6	Boqueirão	1	2	2	2	1	8	3	1	2	3	1	36	3	3	2	2	1	36	2	3	3	1	1	18	98
7	Pontal do Atalaia	2	2	2	2	1	16	3	1	3	3	2	54	3	3	2	2	1	36	2	3	3	1	2	36	142
8	Dunas do Peró	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	48	1	1	1	1	1	1	2	3	3	1	1	18	69
9	Pontal do Peró	1	2	1	2	1	4	3	1	1	3	2	18	3	2	1	1	1	6	2	3	3	1	2	36	64
10	Fazenda Campos Novos	2	1	1	1	3	6	3	2	3	2	2	72	2	2	1	1	1	4	2	3	3	1	2	36	118
11	Praia Brava	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	6	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	24	32
12	Canal Campos-Macaé	1	1	2	2	2	8	3	1	1	2	2	12	2	2	1	1	1	4	1	2	3	1	1	6	30
13	Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatiba	1	1	2	2	1	4	3	1	3	3	2	162	2	1	1	1	1	2	2	3	3	1	1	18	186
14	Barra de São João	1	1	1	3	1	3	3	1	1	2	1	6	3	1	2	2	1	12	2	2	3	1	2	24	45
15	Ponta da Farinha	2	2	2	2	1	16	3	1	2	3	2	36	2	2	1	1	1	4	2	3	3	1	2	36	92
16	Praia dos Cavaleiros	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	16	25
17	Beachrocks de Darwin	3	2	2	2	1	24	3	1	1	2	2	12	3	3	1	2	2	36	2	3	3	1	2	36	108
18	Ponta Negra	2	2	2	2	3	48	3	1	2	1	2	12	3	2	2	1	1	12	2	3	3	1	2	36	108
19	Praia da Sacristia	2	2	2	2	3	48	3	1	2	1	2	12	3	3	2	1	1	18	2	3	3	1	2	36	114
20	Gruta da Sacristia	2	2	1	2	2	16	3	1	2	1	2	12	3	3	2	2	1	36	2	3	3	1	2	36	100
21	Monumento dos Costões Rochosos	1	2	1	2	1	4	3	1	2	1	2	24	3	2	2	1	1	12	2	3	3	1	2	36	76
22	Falésias São Francisco Itabapoana	1	1	1	3	2	6	3	2	2	2	1	24	2	1	1	2	4	1	2	3	3	1	2	12	46
23	Delta Paraiba do Sul	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	3	3	1	2	36	43
24	Lagoa Salgada	1	1	2	2	1	4	3	2	2	3	2	72	1	1	1	2	2	2	1	3	3	1	1	9	87
25	Serra da Sapaitiba	1	1	2	2	2	8	1	2	3	3	2	54	3	3	2	1	1	18	2	3	3	1	1	18	98
26	Promontório Igreja de Nossa Senhora de Nazaré	2	2	2	2	1	16	3	1	1	1	2	6	3	3	2	1	1	18	2	3	3	1	2	36	76

O valor ecológico (Figura 5.26) é destacado, principalmente, nos geossítios Mangue de Pedra, Fazenda Campos Novos, Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatiba e Lagoa Salgada, o que é justificado pela diversidade biótica associada à geodiversidade, os dois primeiros, por exemplo, contemplam áreas de proteção ambiental devido à sua relevância ecológica.

É importante destacar que grande parte do território está localizado em área com grande diversidade ambiental, relacionado com o Bioma Mata Atlântica e com as características da Restinga. Essa diversidade, sem dúvida, é dependente também de condições disponibilizadas pela geodiversidade, como o substrato, o que também justifica a importância ecológica observada nos geossítios Pontal do Atalaia, Serra da Sapiatiba e Dunas do Peró.

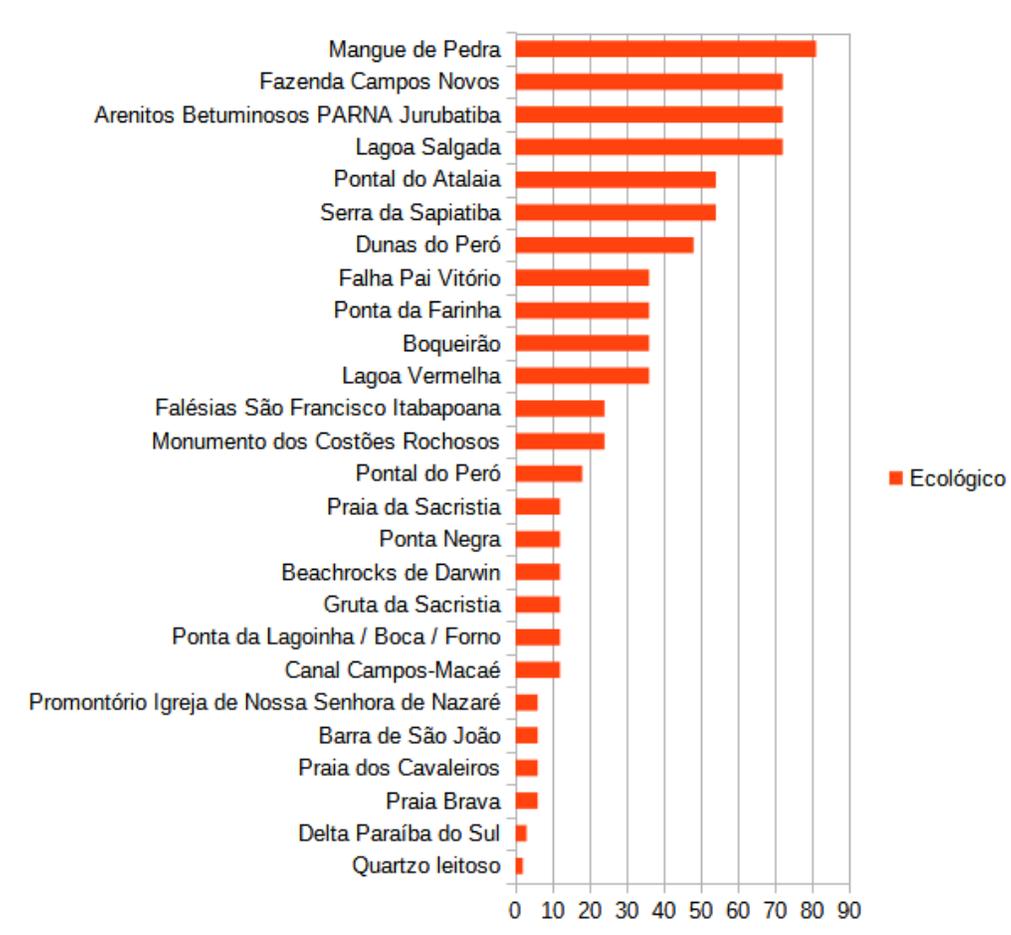


Figura 5.26 – Gráfico de resultados para o valor ecológico nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.

Os geossítios Pontal do Atalaia, Boqueirão, Beachrocks de Darwin e Gruta da Sacristia são os que possuem maiores valores de registro (Figura 5.27), o que está associada à diversidade de elementos estruturais, como diques, falhas, *boudins* e dobras e são associados a um contexto regional de colisão continental, evento registrado, portanto, nos elementos da geodiversidade. Também neste local observa-se formas de relevo diferenciadas, a exemplo de morro, lagoa e praia.

Seguindo a mesma interpretação, sobretudo pela diversidade de estruturas encontradas, outros geossítios que também possuem valores altos para registro são: Serra da Sapiatiba, Falha Pai Vitório, Praia da Sacristia e Promontório Igreja de Nossa Senhora de Nazaré.

O território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas conta uma história evolutiva continental, como os processos de amalgamação a quebra do Gondwana, o que resultam em diferentes tipos de registro, por isso é uma região com um valor de registro alto e diverso.

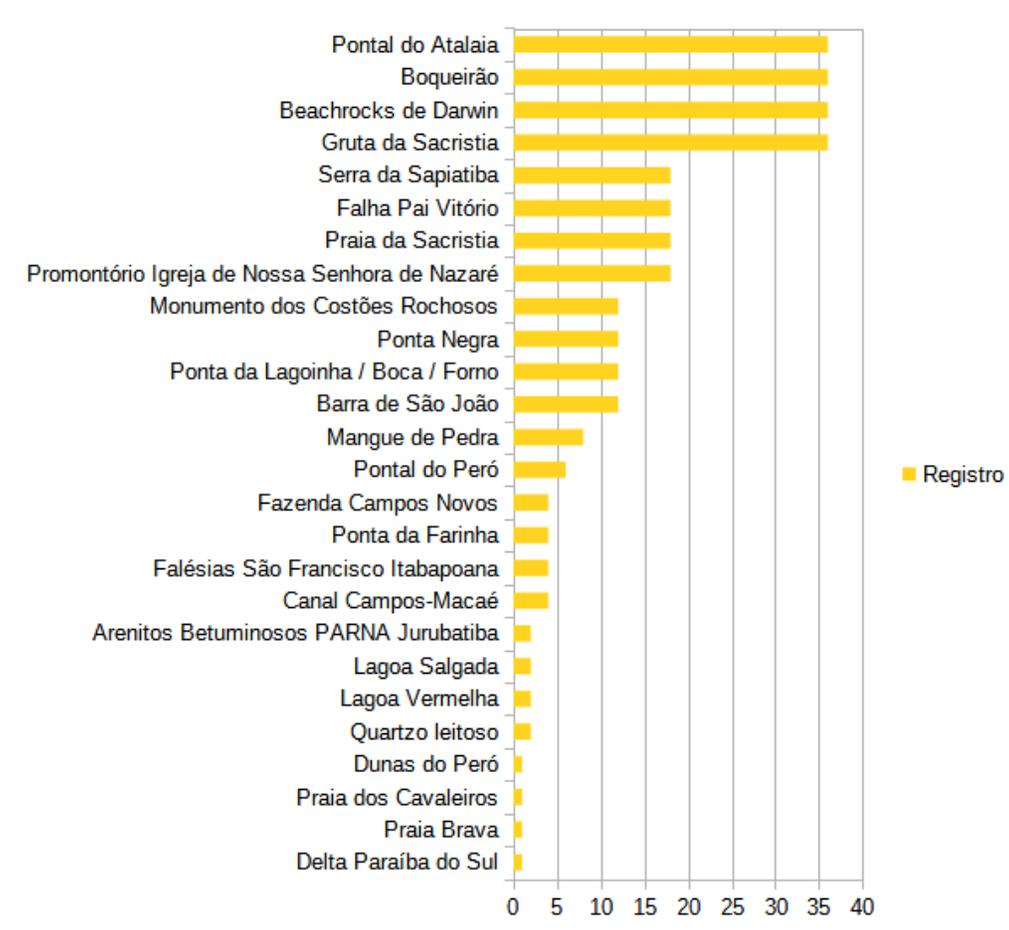


Figura 5.27 – Gráfico de resultados para o valor de registro nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.

Por fim, o valor antrópico (Figura 5.28), presente em todos os geossítios, atesta os usos dado pela comunidade e visitantes destes locais. Esses estão relacionados com atividade turística, mas percebe-se destaque principalmente educativo e científico, a exemplo dos geossítios Pontal do Atalaia, Beachrocks de Darwin, Gruta da Sacristia, Falha Paia Vitório, Praia da Sacristia, Promontório da Igreja de Nossa Senhora de Nazaré, Monumento dos Costões Rochosos, Ponta Negra, Mangue de Pedra, Pontal do Perú, Fazenda Campos Novos, Ponta da Farinha e Delta do Paraíba do Sul.

Uma característica importante de se destacar neste território é passagem do pesquisador Charles Darwin, que agrega relevância histórica, cultural e científica a geossítios como Beachrocks de Darwin e Fazenda Campos Novos.

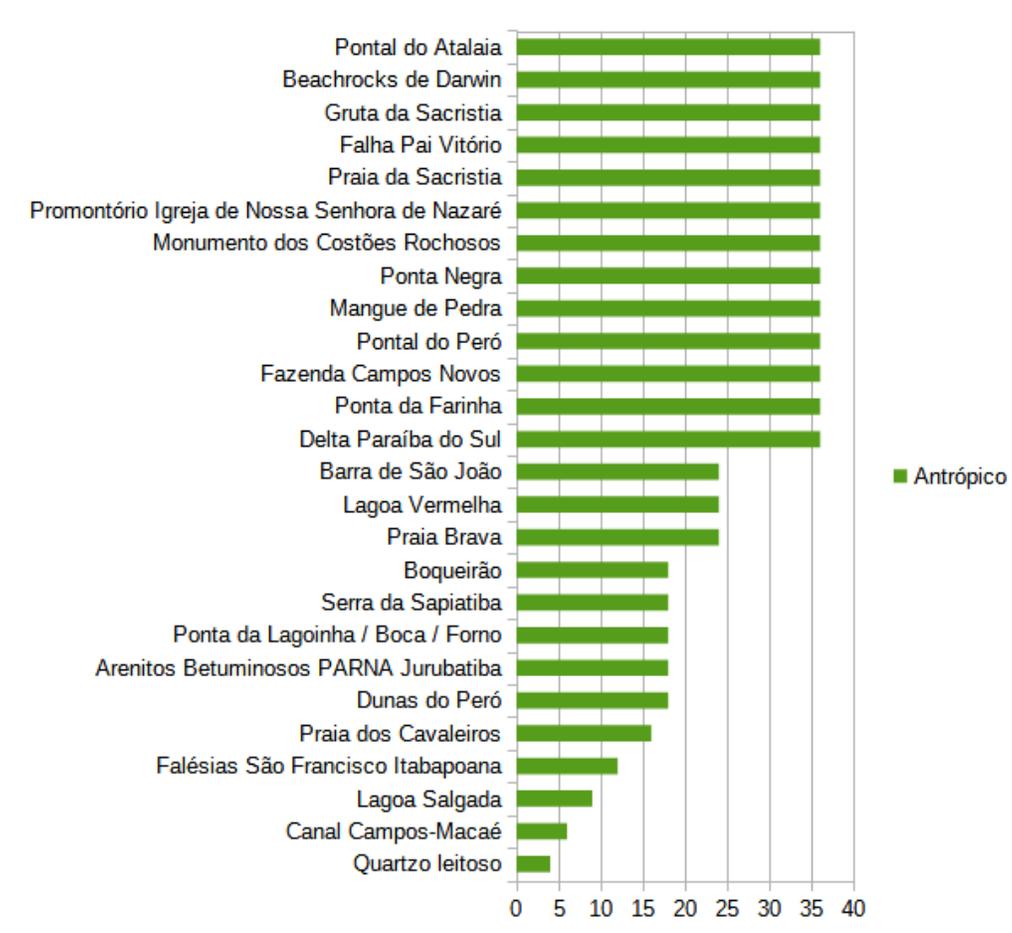


Figura 5.28 – Gráfico de resultados para o valor antrópico nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.

A avaliação do valor ecocêntrico da geodiversidade dos geossítios do território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas demonstra que a relação dos locais com os diferentes elementos do

ecossistema ocorre de forma equiparável (Figura 5.29). Pode-se afirmar a partir disto que, de forma geral, a geodiversidade destes sítios colabora de forma importante com o equilíbrio das condições ambientais, permitindo o estabelecimento de um sistema de vida endêmico na maior parte da área.

Os elementos abióticos apresentam registro de eventos de diferentes eras e que estão relacionados com diversas atividades antrópicas, em especial o turismo, a cultura, a educação e a pesquisa científica. Apesar de presente, o valor antrópico não tem valor discrepante da soma dos demais valores, o que atesta a importância dos sítios para todo o ecossistema, não somente para os seres humanos.

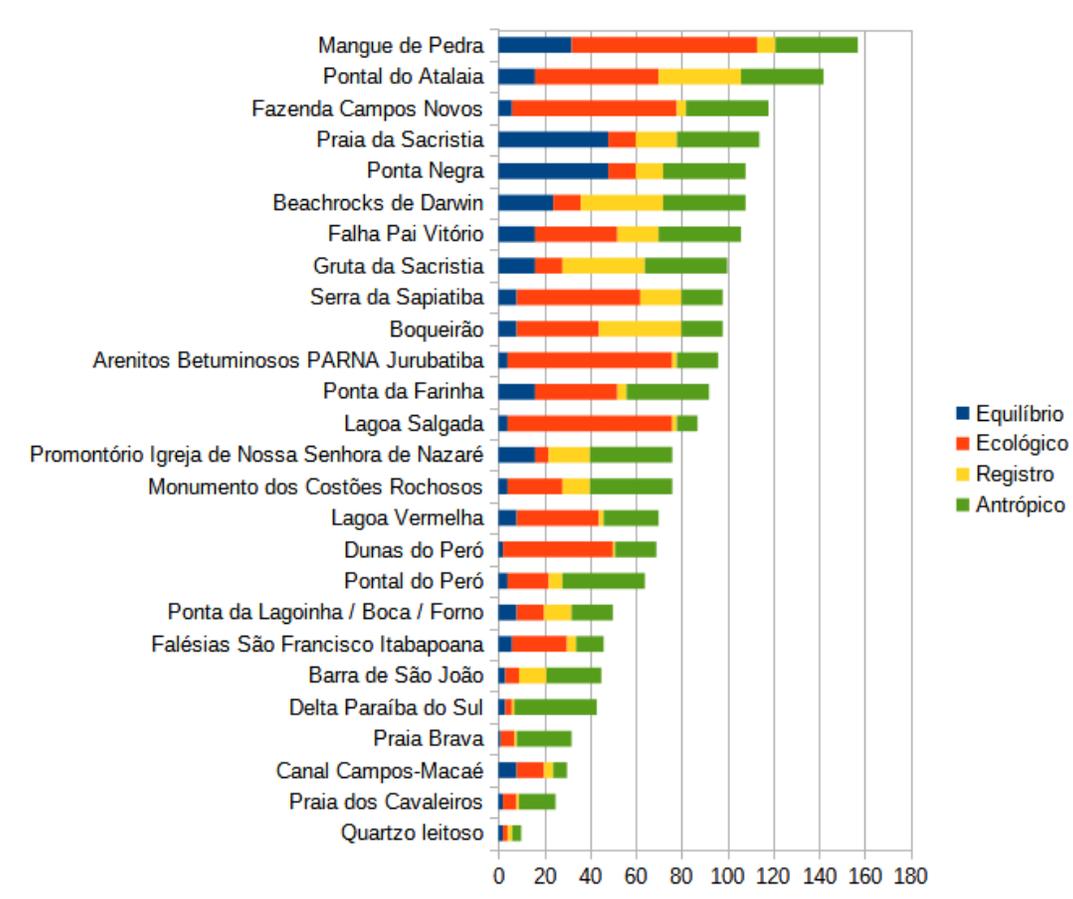


Figura 5.29 – Gráfico de resultados para o valor ecocêntrico da geodiversidade nos geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.

A partir da análise do gráfico acima, é interessante observar que em alguns geossítios o valor ecológico é o que se apresenta com maior valor numérico, o que demonstra que a geodiversidade e seus elementos nestes locais tem uma grande importância para o estabelecimento, manutenção e

reprodução da biodiversidade. Isso é observado nos geossítios Mangue de Pedra, Pontal do Atalaia, Dunas do Però, Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatib, Lagoa Salgada e Lagoa Vermelha.

Comparativamente com os demais valores, o valor de equilíbrio no Geossítio Praia da Sacristia (Figura 5.30) é predominante, o que se interpreta pela importância dos diferentes elementos e processos abióticos na construção desse local e na participação deles no equilíbrio ambiental.



Figura 5.30 – A Praia da Sacristia é um geossítio com valor de equilíbrio destacado pela diversidade de elementos e processos descritos no local.

Vale destacar a informação possível de ser extraída da avaliação do Geossítio Quartzito Leitoso, apesar de ser o sítio com menores valores, devido à baixa diversidade de elementos e processos associados, possui um destaque importante para o valor antrópico que está diretamente ligada à importância que o local tem para a comunidade tradicional do Quilombo de Baía Formosa.

5.3. Comparativo com outros métodos

O método aplicado neste trabalho tem a função de definir o valor ecocêntrico da geodiversidade nas áreas de estudo, que no caso são territórios de geoparque ou projeto de geoparque. Essa metodologia, entretanto, não é restrita a esse tipo de área, podendo ser aplicada em qualquer região para avaliação da relação da geodiversidade com os diferentes elementos dos ecossistemas.

Esta metodologia não se propõe a definir os geossítios mais importantes de um território, mas busca refletir sobre a relação da geodiversidade com todo o ecossistema, fornecendo informações que podem ser utilizadas nas atividades de geoconservação, ao passo que demonstra a importância dos elementos abióticos para o equilíbrio das condições ambientais, para o estabelecimento, manutenção e reprodução da vida no planeta, bem como contar o passado da Terra e ter diferentes usos para os seres humanos.

Existem outras metodologias, qualitativas, quantitativas ou mistas que buscam analisar a geodiversidade, por vezes propondo o ranqueamento entre sítios de um território. Entre as três áreas de estudo, Nascimento *et al.* (2020) fizeram análise qualitativa, por meio dos serviços ecossistêmicos, no Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, enquanto Nascimento *et al.* (2021b) avaliaram quantitativamente e Silva *et al.* (2022) qualitativamente os geossítios do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

Em relação ao Araripe, observa-se que os referidos autores identificaram os processos erosivos pelo serviço ecossistêmico de regulação, que na metodologia empregada neste trabalho é incluído no campo do equilíbrio, assim como o processo de pedogênese, caracterizado como serviço de suporte. Processos envolvendo água, serviço de regulação, e relacionados com a biodiversidade, serviço de suporte, são aqui compreendidos como valor ecológico da geodiversidade.

O patrimônio fossilífero do Araripe constitui o que a metodologia empregada de Gray (2013), empregada por Nascimento *et al.* (2020), define como serviço de provisão, que no contexto do valor ecocêntrico da geodiversidade é interpretada como registro. Por fim, o uso de materiais abióticos como materiais de construção, entre outras finalidades antrópicas, é interpretado como serviço de provisão, que neste trabalho, juntamente com os serviços cultural e de conhecimento, compõe o valor antrópico da geodiversidade.

Esta análise dos serviços ecossistêmicos em relação à metodologia aplicada neste trabalho é semelhante em relação ao que foi identificado por Silva *et al.* (2022) no território do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO. Observa-se, portanto, que a abordagem ecossistêmica apresenta uma variedade maior de usos antrópicos permeando as diferentes categorias de serviço, o que de fato mostra o caráter antropocêntrico desta análise, sem que se faça aqui análise de mérito dessa

metodologia, pois ela fornece, sem dúvida, informações importantes para a tomada de decisão no âmbito da geoconservação.

Em relação aos valores quantitativos da metodologia de Brilha (2016) e aplicados no Seridó por Nascimento *et al.* (2021b), observa-se que os três geossítios com maiores valores científicos são também os três com maiores valores ecocêntricos da geodiversidade, o que é explicado pela participação do valor antrópico.

Nas três categorias de usos avaliadas pelos autores, científico, educativo e turístico, o Geossítio Mina Brejuí é sempre o com maior valor. Entretanto, essas três categorias são antropocêntricas, pois definem a importância do sítio para algum uso humano. Dessa forma, o comparativo com a metodologia aqui empregada só é possível com o valor antrópico, para o qual o referido geossítio apresenta o segundo maior valor. Ou seja, ambas as metodologias apresentam resultado semelhante para a relevância da geodiversidade para o ser humano.

Os geossítios do Projeto Geoparque Costões e Lagunas foram inventariados e avaliados de forma sistemática na Plataforma Geossit do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), que por sua vez utiliza a metodologia de Brilha (2016) para quantificação de geossítios. É preciso ressaltar que entre os resultados desta avaliação, as lagunas hipersalinas (geossítios Lagoa Vermelha e Lagoa Salgada) tiveram altos valores agregados, o que não se repetiu na metodologia empregada neste trabalho. A mesma situação é observada no geossítio Praia da Lagoinha / Boca / Forno.

Observa-se que a pontuação alta desses locais está associada à raridade de suas características descritas, o que na Plataforma Geossit tem peso importante para a definição do valor. Aqui, no caso das lagunas, a hipersalinidade permite o crescimento de esteiras microbianas que constroem os recentes estromatólitos, e isto está evidenciado pelo valor ecológico da metodologia ecocêntrica. No caso da Praia da Lagoinha / Boca / Forno, descreve-se no local seção-tipo para a Orogenia Búzios, esta importância está marcada no valor de equilíbrio. Além disso, esta importância científica, de raridade dos elementos da geodiversidade, está evidenciada pelo valor antrópico associado a esses geossítios.

É perceptível, portanto, que cada metodologia, com sua abordagem própria, fornece informações únicas e que são válidas a depender do uso que se dão a elas. O valor ecocêntrico da geodiversidade, dessa forma, pode mostrar como os elementos e processos da geodiversidade interagem com o ecossistema, favorecendo a interpretação ambiental dos lugares avaliados e subsidiando sua proteção e/ou preservação.

Geossítio Floresta Petrificada do Cariri
Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
Foto: Matheus Lisboa



CAPÍTULO 6 Conclusões

6. CONCLUSÕES

É inegável dizer que o antropocentrismo é a ética que norteia as ações dos seres humanos, sejam elas relacionadas com o meio ambiente ou nas inter-relações das próprias comunidades antrópicas. Entretanto, essa mesma ética foi responsável pelo uso exacerbado dos elementos naturais, que gerou escassez destes e extinção de espécies.

Ao longo da história, diferentes correntes filosóficas e pensadores se propuseram a pensar a natureza e, por conta do antropocentrismo, desde a Grécia Antiga se pensou sobre uma falsa relação de domínio do ser humano sobre o meio ambiente, o que corroborou até os dias atuais com a devastação de biomas, paisagens, elementos abióticos e bióticos.

Como alternativa ao antropocentrismo, existem éticas centradas em outros aspectos da natureza ou no ecossistema como um todo. Nisto baseia-se a Ética da Terra de Aldo Leopold, que dá origem ao ecocentrismo, no qual o ecossistema ocupa o centro das relações ambientais e do pensamento.

A partir da ética ecocêntrica coloca-se a diversidade natural, incluindo a bio e a geodiversidade, como foco de análise e valoração. Pelo que foi analisado neste trabalho, afirma-se categoricamente que o ecocentrismo pode sim ser aplicado em estudos da geodiversidade, sobretudo na forma de analisar os benefícios que a diversidade abiótica pode proporcionar, evitando enxergar as vantagens obtidas apenas pelos seres humanos.

Geocientistas possuem uma forma própria de ver o mundo, uma vez que seu objeto de estudo tem idade superior a quatro bilhões de anos, uma escala de tempo inalcançável por qualquer indivíduo biótico. Assim, são pessoas que têm a capacidade de interpretar as diferentes relações da geodiversidade, com a natureza como um todo, o que, em tese, seria uma visão ecocêntrica.

A avaliação dos valores da geodiversidade é fundamental porque auxilia na definição de prioridades para a conservação, que, em essência, é uma ação antropogênica, uma vez que o ser humano é, até o momento, o único ser vivo capaz de cognitivamente atuar em prol da defesa dos demais. Essa ação, entretanto, não precisa ser antropocêntrica.

Ou seja, a definição de valores para a diversidade abiótica não precisa levar em conta apenas os benefícios que os seres humanos obterão da conservação desses elementos. Pode, e deve, ponderar as relações da geodiversidade com todo o ecossistema, analisando os processos que ocorreram para seu estabelecimento, bem como seus subsídios para a vida no planeta e a sua capacidade de fornecer informações sobre o passado da Terra, que podem ajudar na interpretação dos processos e problemas atuais. “O presente é a chave do passado”, mas o passado também pode trazer um guia para o futuro.

Neste trabalho, empregou-se a ética ecocêntrica para a definição de uma metodologia qualitativa e quantitativa de análise, inicialmente empregada nos territórios de dois geoparques mundiais, Araripe (CE) e Seridó (RN), e um projeto de geoparque, Costões e Lagunas (RJ). Apesar de ter sido aplicado em territórios de geoparque, entende-se que o método pode ser utilizado na análise da geodiversidade em qualquer área.

O valor de equilíbrio reflete a participação da diversidade na manutenção das condições ambientais, representando também as modificações ocorridas ao longo do tempo, não somente em níveis de intemperismo e erosão, mas em escala continental e que foram responsáveis por modelar o ambiente físico que conhecemos hoje.

É impossível entender a natureza ignorando as ligações entre a biodiversidade e a geodiversidade. De fato, a diversidade abiótica é responsável pelo desenvolvimento, neste planeta, de uma diversidade de vida tão vasta, e isto é representado pelo valor ecológico da geodiversidade.

A geodiversidade também possui uma característica única que é a capacidade de contar a história da Terra em seus elementos, sejam minerais, rochas, relevo, ou mesmo os fósseis, que permitem a montagem de um quebra-cabeça da evolução biótica. Essa característica foi definida aqui como valor de registro.

Por fim, as atividades antrópicas fazem uso de muitos elementos naturais, essencialmente dos elementos da geodiversidade. Isso demonstra a importância da diversidade abiótica para os seres humanos e associa-se aqui ao valor antrópico da geodiversidade. Entretanto, é imprescindível frisar que apesar de o ser humano ter uso próprio da geodiversidade e seus elementos, ele não é dono da natureza abiótica, nem da biótica, e não deve assim ter seu uso como o de maior importância, em detrimento dos benefícios que a totalidade dos ecossistemas obtém da diversidade abiótica.

O estabelecimento desses valores em torno de uma ética ecocêntrica conseguiu, no entendimento deste trabalho e autor, demonstrar que a importância da geodiversidade vai além do uso que o ser humano pode fazer dela, até mesmo do que a ciência pode interpretar, é essencial para todo o ecossistema, nos mais diferenciados níveis.

A aplicabilidade do método foi testada e comprovada, tendo sido obtidos resultados coerentes com as interpretações ambientais possíveis em cada área de estudo. Observa-se, por exemplo, o domínio, em termos quantitativos, do valor de equilíbrio nos geossítios Caldeirão de Santa Cruz (Araripe Geoparque Mundial da UNESCO), Marmitas do Rio Carnaúba (Seridó Geoparque Mundial da UNESCO) e Falha do Pai Vitório (Projeto Geoparque Costões e Lagunas). Isso significa que nestes locais os diferentes processos e elementos geológicos contribuem de forma considerável para a formação do ambiente e suas diferentes características e condições.

Em sentido semelhante, há sítios com valor ecológico superior, o que demonstra a fundamental relação da geodiversidade com o estabelecimento, manutenção e reprodução da vida,

como visto nos geossítios Riacho do Meio (Araripe Geoparque Mundial da UNESCO), Nascente do Rio Potengi (Seridó Geoparque Mundial da UNESCO) e Mangue de Pedra (Projeto Geoparque Costões e Lagunas).

Destaca-se a participação do valor de registro nos geossítios Cachoeira de Missão Velha (Araripe Geoparque Mundial da UNESCO), Tanque dos Poscianos (Seridó Geoparque Mundial da UNESCO) e Praia Brava (Projeto Geoparque Costões e Lagunas). São locais com diferentes evidências do passado do planeta, que permitem compreender o ambiente e a vida, além de suas evoluções.

Em alguns geossítios, a exemplo dos geossítios Pedra Cariri (Araripe Geoparque Mundial da UNESCO), Açude Boqueirão (Seridó Geoparque Mundial da UNESCO) e Delta do Paraíba do Sul (Projeto Geoparque Costões e Lagunas), o valor antrópico se sobrepõe aos demais, mas entende-se isto apenas como uma maior diversidade de usos, não de maior importância.

A partir dos resultados obtidos, considera-se que a metodologia proposta conseguiu analisar de forma satisfatória os territórios, apresentando as principais relações entre os elementos da geodiversidade e os ecossistemas em que estão envolvidos. Apesar de alguns resultados quantitativos apresentarem maiores valores antrópicos, não se descarta, porém, os benefícios que são apontados nos valores de equilíbrio, ecológico e de registro. Por fim, recomenda-se o uso da metodologia em outras áreas, de forma a promover mais discussões em torno da temática.

REFERÊNCIAS

- Abreu, I.S. & Bussinguer, E.C.A. 2013. 'Antropocentrismo, Ecocentrismo e Holismo: uma Breve Análise das Escolas de Pensamento Ambiental', *Derecho y Cambio Social*, vol. 34, pp. 1-11.
- Alahuhta, J., Ala-Hulkko, T., Tukiainen, H., Purola, L., Akujärvi, A., Lampinen, R. & Hjort, J. 2018. 'The role of geodiversity in providing ecosystem services at broad scales', *Ecological Indicators*, vol. 91, pp. 47-56.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B. & Fuck, R.A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. Atas do 8º Simpósio de Geologia do Nordeste, pp. 363-391.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B. & Fuck, R.A. 1981. 'Brazilian structural provinces: An introduction', *Earth-Science Reviews*, vol. 17, n. 1-2, pp. 1-29.
- Angelim, L.A.A., Nesi, J.R., Torres, H.H.F., Medeiros, V.C., Santos, C.A., Veiga Jr, J.P. & Mendes, V.A. 2006. *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte – Escala 1:500.000*. CPRM, Recife, 119 p.
- Angioni, L. 2004. 'A Filosofia da Natureza de Aristóteles', *Ciências & Ambiente*, vol. 28, p. 5-15.
- Araújo, A.M. & Pereira, D.I. 2018. 'A New Methodological Contribution for the Geodiversity Assessment: Applicability to Ceará State (Brazil)', *Geoheritage*, vol. 10, pp. 591-605.
- Assine, M.L. 1992. 'Análise estratigráfica da bacia do Araripe, nordeste do Brasil', *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 22, n. 03, pp. 289-300.
- Assine, M.L. 1994. 'Paleocorrentes e paleografia na bacia do Araripe, nordeste do Brasil', *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 24, n. 04, pp. 223-232.
- Assine, M.L. 2007. 'Bacia do Araripe', *Boletim de Geociências da Petrobras*, vol. 15, n. 02, pp. 371-389.
- Barbier, E.B. & Burgess, J.C. 2020. 'Sustainability and development after COVID-19', *World Development*, vol. 135, 105082.
- Beau, R. 2019. 'Une perspective philosophique sur la durabilité forte. Pour un écocentrisme relationnel', *Développement durable et territoires*, vol. 10, n. 1, pp. 1-18.
- Bertalanffy, L.V. 1968. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. George Brazillier, New York, 289 p.

- Bétard, F., Peulvast, J.P., Magalhães, A., Carvalho-Neta, M.L. & Freitas, F.I. 2018. 'Araripe Basin: A Major Geodiversity Hotspot in Brazil', *Geoheritage*, vol. 10, pp. 543–558.
- BÍBLIA SAGRADA. Genesis, 1, 26. Disponível em: <https://www.bibliaon.com/genesis_1/>. Acessado em 13 jun 2022.
- Boff, L. 2015. *Sustentabilidade: o que é – o que não é*. 04. ed. Editora Vozes, Petrópolis, 200 p.
- Boos, A. & Vega, C.S. 2011. 'Paleofauna de vertebrados registrada na Formação Santana (Cretáceo), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil', *Acta Biologica Paranaense*, vol. 40, n. 3-4, pp. 119-127.
- Brilha, J. 2005. *Patrimônio Geológico e Geoconservação*. Palimage, Braga, 190 pp.
- Brilha, J. 2016. 'Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review', *Geoheritage*, vol. 8, pp. 119–134.
- Brilha, J. 2018. 'Geoheritage: Inventories and Evaluation', in Reynard, E.; Brilha, J. (eds), *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*. Elsevier, Amsterdam, pp. 69-85.
- Brilha, J., Gray, M., Pereira, D.I. & Pereira, P. 2018. 'Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature', *Environmental Science & Policy*, vol. 86, pp. 19-28.
- Brito Neves, B.B., Van Schmus, W.R. & Campos Nete, M.C. 2018. 'Sistema de dobramentos Piancó-Alto Brígida (PE-PB-CE), Regionalização geotectônica e geocronologia', *Geologia USP*, vol. 18, n. 4, pp. 149-171.
- Brito Neves, B.B., Fuck, R.A. & Campanha, G.A.C. 2021. 'Basement inliers of the Brasiliano structural provinces of South America', *Journal of South America Earth Sciences*, vol. 110, 103392.
- Burek, C.V. & Prosser, C.D. 2008. 'The history of geoconservation: an introduction', in C.V. Burek & C.D. Prosser (eds). *The history of Geoconservation*. The Geological Society, London, pp. 1-5.
- Camacho, C.R. & Sousa, F.R.F.R.O. 2017. 'O arcabouço estrutural da Bacia Sedimentar do Araripe, Província Borborema, baseado em dados aeromagnetométricos. *Geologia USP*, vol. 17, n. 3, pp. 149-161.
- Câmara, A.S.V.M. 2017. *Direito Constitucional Ambiental Brasileiro e Ecocentrismo: um diálogo possível e necessário a partir de Klaus Bosselmann*. Lumen Juris, Rio de Janeiro, 294 p.
- Campos, R.R., Azevedo, U.R. & Vascencelos, M.F. 2013. 'Análise de Elementos da Diversidade Natural na Proposição de Conectividade de Habitats na Porção Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais', *Geonomos*, vol. 21, n. 2, pp. 84-91.

- Carvalho, I.S., Raminelli, R., Henrique, M.H.P., Soares, R.C., Andrade, J.A.F.G. & Freitas, F.I. 2021. 'The Araripe Geopark (NE Brazil): Discovering the Earth's Past as a Driver of Economic and Social Transformation'. *Geoheritage*, vol. 13, 60.
- Carvalho Neta, M.L.; Bétard, F. & Corrêa, A.C.B. 2018. Mapeamento da Geodiversidade do Geopark Araripe. Resumos do 12º Simpósio Nacional de Geomorfologia, p. 1-9.
- Castro, P.T.A., Ruchkys, U. & Manini, R.T. 2018. 'A sociedade civil organizada e o rompimento da Barragem de Fundão, Mariana (MG): porque é preciso difundir a Geoética'. *Terræ Didática*, vol. 14, n. 4, pp. 439-444.
- Cortés, J. 1997. 'Biology and geology of eastern Pacific coral reefs', *Coral Reefs*, vol. 16, pp. 39-46.
- Costa, A.P., Nascimento, M.A.L., Galindo, A.C., Dantas, A.R. 2015. 'Geologia, petrologia e geocronologia U-Pb do Plúton Granítico Serra da Rajada: implicações sobre a evolução magmática ediacarana na porção NE do Domínio Rio Piranhas-Seridó (NE da Província Borborema)', *Geologia USP*, vol. 15, n. 3-4, pp. 83-105.
- Crofts, R., Gordon, J.E., Brilha, J., Gray, M., Gunn, J., Larwood, J., Santucci, V.L., Tormey, D. & Worboys, G.L. 2020. *Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 31. Switzerland, IUCN.
- Crutzen, P.J. 2002. 'The "anthropocene."', *Journal de Physique IV (Proceedings)*, vol. 12, n. 10, pp. 1-5.
- Daily, G.C. 1997. 'Introduction: What are Ecosystem Services?' in G.C. Daily (ed), *Nature's Service: societal dependence on natural ecosystem*. Island Press, pp. 1-10.
- Davies, B.E., Bowman, C., Davies, T.C. & Selinus, O. 2013. 'Medical Geology: Perspectives and Prospects', in O. Selinus, B. Alloway, J.A. Centeno, R.B., Finkelman, R. Fuge, U. Lindh & P. Smedley (eds), *Essentials of Medical Geology*, Dordrecht, Springer, pp. 1-13.
- Davis, G.D. 1988. 'Perservation of natural diversity: the role of ecosystem representation within wilderness', *Proceedings of the National Wilderness Colloquium*, pp. 76-82.
- Dubs, H.H. 1930. "'Nature" in the Teaching of Confucius', *Journal of the American Oriental Society*, vol. 50, pp. 233-237.
- Eckersley, R. 1990. 'Habermas and green political thought: two roads diverging', *Theory and Society*, vol. 19, pp. 739-776.

- Ehrlich, P.R. & Mooney, H. A. 1983. 'Extinction, Substitution, and Ecosystem Services', *BioScience*, vol. 33, n. 4, pp. 248-254.
- European Geoparks Network. 2011. Arouca Declaration. Disponível em: <http://aroucageopark.pt/documents/78/Declaration_Arouca_EN.pdf>. Acesso em: 30 nov 2021.
- Evans, F.C. 1956. 'Ecosystem as the Basic Unit in Ecology', *Science*, vol. 123, pp.1127–1128.
- Evelle, M. 2013. Antropocentrismo – gregos, romanos e cristãos. Disponível em: <<http://moniqueevelle.com.br/blog/gregos-romanos-e-cristaos/>>. Acesso em 15 jun 2022.
- Farias, D.J.S., Guimarães, I.P. & Yadav, R. 2011. Caracterização Geoquímica e Geocronologia das Rochas Graníticas no Extremo Leste da Zona de Cisalhamento Cruzeiro do Nordeste. Anais do 13º Congresso Brasileiro de Geoquímica, pp. 733-736.
- Felipe, S.T. 2009. 'Antropocentrismo, sencientismo e biocentrismo: perspectivas éticas abolicionistas, bem-estabilistas e conservadoras e o estatuto de animais não-humanos', *Revista Páginas de Filosofia*, vol. 1, n. 1, pp. 2-30.
- Fisher, B., Turner, R.K. & Morling, P. 2009. 'Defining and classifying ecosystem services for decision making', *Ecological Economics*, vol. 68, pp. 643-653.
- Forte, J.P., Brilha, J., Pereira, D.I., Nolasco, M. 2018. 'Kernel Density Applied to the Quantitative Assessment of Geodiversity', *Geoheritage*, vol. 10, pp. 205–217.
- Foster, J.B. 2005. *A ecologia de Marx: materialismo e natureza*. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 418 p.
- Fox, N. Graham L.J., Eigenbrod, F., Bullock, J.M. & Parks, K.E. 2020. 'Incorporating geodiversity in ecosystem service decisions', *Ecosystems and People*, vol. 16, n. 1, pp. 151-159.
- Francisco, P. 2015. *Carta Encíclica Laudato Si' do Santo Padre Francisco sobre o cuidado da casa comum*. Edições Loyola, São Paulo, 142p.
- Garcia, M.M. 2019. 'Ecosystem Services Provided by Geodiversity: Preliminary Assessment and Perspectives for the Sustainable Use of Natural Resources in the Coastal Region of the State of São Paulo, Southeastern Brazil', *Geoheritage*, vol. 11, pp. 1257–1266.
- Gordon, J.E. & Barron, H.F. 2013. 'The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland', *Scottish Journal of Geology*, vol. 49, pp. 41-58.
- Gordon, J.E. 2019. 'Geoconservation principles and protected area management'. *International Journal of Geoheritage and Parks*, vol. 7, n. 4, pp. 199-210.

- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1. ed. John Wiley & Sons, Chichester, 434 p.
- Gray, M. 2005. 'Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?', *The George Wright Forum*, vol. 22, n. 3, pp. 4-12.
- Gray, M. 2011. 'Other nature: Geodiversity and geosystem services', *Environmental Conservation*, vol. 38, n. 3, pp. 271-274.
- Gray, M. 2012. 'Valuing Geodiversity in an 'Ecosystem Services' Context', *Scottish Geographical Journal*, vol. 128, n. 3-4, pp. 177-194.
- Gray, M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2. ed. John Wiley & Sons, Chichester, 495p.
- Gray, M. 2018. 'The confused position of the geosciences within the "natural capital" and "ecosystem services" approaches', *Ecosystem Services*, vol. 34, pp. 106-112.
- Gray, M. 2021. 'Geodiversity: a significant, multi-faceted and evolving, geoscientific paradigm rather than a redundant term', *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 132, n. 5, pp. 605-619.
- Gray, J., Whyte, I. & Curry, P. 2018. 'Ecocentrism: What it means and what it implies', *The Ecological Citizen*, vol. 1, n. 2, pp. 130-131.
- Grün, M. 2009. 'Descartes, Historicidade e Educação Ambiental', in I.C.M. Carvalho, M. Grün & R. Trajber (eds). *Pensar o Ambiente: bases filosóficas para a Educação Ambiental*. Ministério da Educação, p. 63-78.
- Gutiérrez, F. & Gutiérrez, M. 2016. *Landforms of the Earth: An Illustrated Guide*. Springer, Dordrecht, 270 p.
- Hage, R. & Rauckienė, A. 2004. 'Ecocentric worldwide paradigm: the reconstruction of consciousness', *Journal of Baltic Science Education*, vol. 02, n. 06, pp. 60-68.
- Hay, R. 2010. 'The Relevance of Ecocentrism, Personal Development and Transformational Leadership to Sustainability and Identity', *Sustainable Development*, vol. 18, pp. 163-171.
- Heilbron M., Duarte B.P., Valeriano C.M., Simonetti A., Machado N. & Nogueira J.R. 2010. 'Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U-Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent', *Precambrian Research*, vol. 178, pp.136-148.

- Heilbron, M., Eirado, L.G. & Almeida, J. (org). 2016. *Geologia e recursos minerais do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais*. CPRM, Belo Horizonte, 182 p.
- Herzog, A., Sales, A. & Hillmer, G. 2008. *The UNESCO Araripe Geopark: a short story of the evolution of life, rocks and continents*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 71p.
- IAPG – International Association for Promoting Geoethics. 2019. Definition of Geoethics. Disponível em: <<https://www.geoethics.org/definition>>. Acessado em 15 jun 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Brasil em Síntese. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em 02 mai 2022.
- Imbernon, R.A.L., Castro, P.T.A. & Mansur, K.L. 2021. ‘Geoethics in the Scenario of the Geological Society in Brazil’, *Geosciences*, vol. 11, 462.
- Jardim de Sá, E.F. 1994. ‘A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu Significado Geodinâmico na Cadeia Brasileira / Pan-Africana’. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Kangal, K. 2020. *Friedrich Engels and the Dialectics of Nature*. Cham, Springer Nature, 213p.
- Kiernan, K. 1996. *Conserving geodiversity and geoheritage: the conservation of glacial landforms*. Edição do autor, 244p.
- Kiernan, K. 2015. ‘Landforms as Sacred Places: Implications for Geodiversity and Geoheritage’, *Geoheritage*, vol. 7, pp. 177-193.
- Kopnina, H. 2012. ‘The Lorax complex: deep ecology, ecocentrism and exclusion’, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, vol. 9, n. 4, pp. 235-254.
- Kopnina, H.; Washington, H.; Taylor, B. & Piccolo, J.J. 2018. ‘Anthropocentrism: More than Just a Misunderstood Problem’, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 31, pp. 109-127.
- Kopnina, H. 2019. ‘Anthropocentrism and Post-humanism’ in H. Callan (ed). *The International Encyclopedia of Anthropology*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 1-9.
- Krenak, A. 2019. *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras, São Paulo, 85 pp.
- Kuffner, I.B & Toth, L.T. 2016. ‘A geological perspective on the degradation and conservation of western Atlantic coral reefs’, *Conservation Biology*, vol. 30, n. 4, pp. 706-715.

- Lage, C.S., Peixoto, H. & Vieira, C.M.B. 2008. 'Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA', *GeoTextos*, vol. 4, n. 1-2, pp. 11-36.
- Leopold, A. 2019. *Almanaque de um condado arenoso e alguns ensaios sobre outros lugares*. EDUFMG, Belo Horizonte, 286 p.
- Lourenço, D.B. 2019. *Qual o valor da natureza? Uma introdução à ética ambiental*. Elefante, São Paulo, 449 pp.
- MA – Millenium Ecosystem Assessment. 2005. 'MA Conceptual Framework' in MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, p. 1-25.
- Malhi, Y. 2017. 'The Concept of the Anthropocene', *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 42, pp. 77-104.
- Manosso, F.C., Zwoliński, Z., Najwer, A., Basso, B.T., Santos, D.S. & Pagliarini, M.V 2021. 'Spatial pattern of geodiversity assessment in the Marrecas River drainage basin, Paraná, Brazil', *Ecological Indicators*, vol. 126, 107703.
- Mansur, K.L., Guedes, E., Alves, M.G., Nascimento, V., Pressi, L.F., Costa Jr, N., Pessanha, A., Nascimento, L.H. & Vasconcelos, G. 2012. 'Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro (RJ): proposta', in C. Schobbenhaus & C.R. Silva (org). *Geoparques do Brasil: propostas – Volume 1*. Rio de Janeiro: CPRM. pp. 687-745.
- Mansur, K.L., Ponciano, L.C.M.O. & Castro, A.R.S.F. 2017. 'Contributions to a Brazilian Code of Conduct for Fieldwork in Geology: an approach based on Geoconservation and Geoethics', *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 89, n. 1, pp. 431-444.
- Mansur, K.L. 2018. 'Patrimônio Geológico, Geoturismo e Geoconservação: uma Abordagem da Geodiversidade pela Vertente Geológica', in Guerra, A.J.T.; Jorge, M.C.O. (org), *Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. Oficina de Textos, São Paulo, pp. 1-49.
- Margottini, C. & Spizzichino, D. 2015. 'How Geology Shapes Human Settlements' in F. Bandarin, & R.V. Oers (eds) *Reconnecting the City: The Historic Urban Landscape Approach and the Future of Urban Heritage*. John Wiley & Sons, Cheltenham, pp. 47-84.
- Martínez-Graña, A.M., Goy J.L. & Cimarra C.A. 2013. 'A virtual tour of geological heritage: Valourising geodiversity using Google Earth and QR code', *Computers & Geosciences*, vol. 61, pp. 83-93.

- Matteucci, R., Gosso, G., Peppoloni, S., Piacente, S. & Wasowski, J. 2014. 'The "Geoethical Promise: A Proposal', *Episodes*, vol. 37, n. 3, pp. 190-191.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens, W.W. 1972. *The limits to growth*. Universe Books, New York, 205 p.
- Medeiros, V.C., Nascimento, M.A.L., Galindo, A.C. & Dantas, E.L. 2012. 'Augen gnaisses riacianos no Domínio Rio Piranhas-Seridó – Província Borborema, Nordeste do Brasil', *Geologia USP*, vol. 12, n. 2, pp. 3-14.
- Menezes, M.R.F. 1999. Estudos Sedimentológicos e o Contexto Estrutural da Formação Serra do Martins, nos Platôs de Portalegre, Martins e Santana / RN. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Merleau-Ponty, M. 2006. *A Natureza*. Martins Fontes, São Paulo, 228 p.
- Moore, B.L. 2017. *Ecological Literature and the Critique of Anthropocentrism*. Palgrave Macmillan, 273 p.
- Morais, R.M.O., Mello, C.L., Costa, F.O. & Santos, P.F. 2006. 'Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro', *Geologia USP*, vol. 6, n. 2, pp. 19-30.
- Morelli, J. 2011. 'Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals', *Journal of Environmental Sustainability*, vol. 1, n. 1, pp. 1-9.
- Moritz, J. M. 2012. 'Human uniqueness, the other hominids, and "anthropocentrism of the gaps" in the religion and science dialogue', *Journal of Religion & Science*, vol. 47, n. 1, pp. 65-96.
- Moura-Fé, M.M. 2014. 'Barreiras: Série, Grupo ou Formação?', *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 7, n. 6, pp. 1055-1061.
- Nascimento, M.A.L. & Ferreira, R.V. 2012. 'Geoparque Seridó (RN): proposta', in C. Schobbenhaus & C.R. Silva (org). *Geoparques do Brasil: propostas – Volume 1*. Rio de Janeiro: CPRM, p. 360-416.
- Nascimento, M.A.L., Galindo, A.C., Medeiros, V.C. 2015. 'Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): Current knowledge', *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 58, pp. 281-299.
- Nascimento, M.A.L., Silva, M.L.N. & Moura-Fé, M.M. 2020. Os serviços ecossistêmicos em geossítios do Geopark Araripe (CE), Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, vol. 43, n. 4, pp. 119-32.

- Nascimento, M.A.L., Silva, M.L.N. & Reis, F.A.G.V. 2021a. *Geoparque Seridó: geodiversidade e patrimônio geológico no interior potiguar*. Fundunesp, São Paulo, 105 p.
- Nascimento, M.A.L., Silva, M.L.N., Almeida, M.C. & Costa, S.S.S. 2021b. 'Evaluation of Typologies, Use Values, Degradation Risk, and Relevance of the Seridó Aspiring UNESCO Geopark Geosites, Northeast Brazil', *Geoheritage*, vol. 13, 25.
- Nascimento, M.A.L., Taveira, M.S., Silva, M.L.N. & Medeiros, J.L. 2022. *Manual de Desenvolvimento de Projetos Turísticos de Geoparques no Brasil*. UNESCO/Ministério do Turismo, Brasília, 200 p.
- O'Riordan, T. 1985. 'Research policy and review 6. Future directions for environmental policy', *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 17, n. 11, pp. 1431-1446.
- O'Sullivan, P.E. 1986. 'Environmental science and environmental philosophy — part 1 environmental science and environmentalism', *International Journal of Environmental Studies*, vol. 28, pp. 97-107.
- ONU. 2015. *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Peppoloni, S. & Di Capua, G. 2015. 'The meaning of geoethics' in M. Wyss & S. Peppoloni. *Geoethics: ethical challenges and case studies in earth sciences*. Amsterdam, Elsevier. P. 3-14.
- Peppoloni, S. & Di Capua, G. 2021. *Geoetica: Manifesto per un'etica della responsabilità verso la Terra*. Donzelli editore, Roma, 224 p.
- Pereira, D.I., Pereira, P., Brilha, J. & Santos, L. 2013. 'Geodiversity Assessment of Paraná State (Brazil): An Innovative Approach', *Environmental Management*, vol. 52, pp. 541–552.
- Piccolo, J.J. 2017. 'Intrinsic values in nature: Objective good or simply half of an unhelpful dichotomy?' *Journal for Nature Conservation*, vol. 37, pp. 8-11.
- Prosser, C. 2013. 'Our rich and varied geoconservation portfolio: the foundation for the future', *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 124, n.4, pp. 568-580.
- Purser, R.E. & Montuori, A. 1996. 'Ecocentrism in the Eye of the Beholder', *The Academy of Management Review*, vol. 21, n. 3, pp. 611-613.
- Rapport, D.J. 1989. 'What Constitutes Ecosystem Health?', *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 33, pp. 120-132.

- Rea, A.W. & Munns Jr, W.R. 2017. 'The value of nature: Economic, intrinsic, or both?', *Integrated Environmental Assessment and Management*, vol. 13, n. 5, pp. 953-955.
- Reverte, F.C., Garcia, M.G.M., Brilha, J. & Pellejero, A.U. 2020. 'Assessment of impacts on ecosystem services provided by geodiversity in highly urbanised areas: A case study of the Taubaté Basin, Brazil', *Environmental Science & Policy*, vol 112, pp. 91-106.
- Risk, M.J. & Edinger, E. 2011. 'Impacts of Sediment on Coral Reefs' in D. Hopley (ed) *Encyclopedia of Modern Coral Reefs. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Dordrecht. P. 575-586.
- Roberts, J.M., Wheeler, A.J. & Freiwald, A. 2006. 'Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems', *Science*, vol. 312, pp. 543-547.
- Sá, J.M., Galindo, A.C., Legrand, J.M., Souza, L.C. & Maia, H.N. 2014. 'Os Granitos Ediacaranos no Contexto dos Terrenos Jaguaribeano e Rio Piranhas-Seridó no Oeste do RN, Província Borborema', *Estudos Geológicos*, vol. 24, n. 1, pp. 3-22.
- Salinger, J. 2010. 'The climate journey over three decades: from childhood to maturity, innocence to knowing, from anthropocentrism to ecocentrism', *Climate Change*, vol. 100, pp. 49-57.
- Sandler, R. 2012. 'Intrinsic Value, Ecology, and Conservation', *Nature Education Knowledge*, vol. 3, n. 10, pp. 4.
- Santos, J.T. 2011. 'Princípios da natureza na Física A, de Aristóteles: pré-socráticos, Platão', *Anais de Filosofia Clássica*, vol. 5, n. 9, pp. 17-45.
- Santos, D.S., Mansur, K.L., Arruda Jr, E.R., Dantas, M.E. & Shinzato, E. 2019. 'Geodiversity Mapping and Relationship with Vegetation: A Regional-Scale Application in SE Brazil'. *Geoheritage* vol. 11, pp. 399-415
- Schmitt, R.S. 2001. A Orogenia Búzios: um evento tectono-metamórfico cambroordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira, sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 273 p.
- Schmitt, R.S., Trouw, R.A.J., Van Schmus, W.R. & Pimentel, M.M., 2004. 'Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collision orogeny in the Ribeira Belt (SEBrazil)', *Precambrian Research*, vol. 133, pp. 29-61.
- Schobbenhaus, C. & Brito Neves, B.B. 2003. 'A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana' in L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R.M. Vidotti & J.H. Gonçalves (eds). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG*. Rio de Janeiro, CPRM, pp. 5-25.

Sharples, C. 1993. *A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purpose*. Forestry Commission, Tasmania, 31 p.

Sharples, C. 1995. 'Geoconservation in forest management -principles and procedures', *Tasforests*, vol. 7, pp. 37-50.

Sharples, C. 2002. *Concepts and Principles of Geoconservation – version 3*. Tasmanian Parks & Wildlife Service, September 2002. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation
>. Acesso em 21 set 2020.

Silva, M.L.N. 2016. Geodiversidade da Cidade do Natal: Valores, Classificações e Ameaças. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 170 p.

Silva, M.L.N. 2018. Serviços ecossistêmicos e índices de geodiversidade como suporte da geoconservação no Geoparque Seridó. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 177 p.

Silva, M.L.N., Mansur, K.L. & Nascimento, M.A.L. 2018. 'Serviços Ecossistêmicos da Natureza e sua Aplicação nos Estudos da Geodiversidade: uma Revisão', *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, vol. 41, n. 2, pp. 699-709.

Silva, M.L.N. & Nascimento, M.A.L. 2020. 'Ecosystem Services and Typology of Urban Geodiversity: Qualitative Assessment in Natal Town, Brazilian Northeast', *Geoheritage*, vol. 12, 57.

Silva, M.L.N., Mansur, K.L. & Nascimento, M.A.L. 2022. 'Ecosystem Services Assessment of Geosites in the Seridó Aspiring UNESCO Geopark Area, Northeast Brazil', *Geoconservation Research*, vol. 5, n. 1, pp. 29-46.

Silveira, F.V. 2006. Magmatismo Cenozóico da Porção Central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 195 p.

Simkins, R.A. 2014. 'The Bible and anthropocentrism: putting humans in their place', *Dialectical Anthropology*, vol. 38, pp. 397–413.

Snodgrass, C.E. & Gates, L. 1998. 'Doctrinal Orthodoxy, Religious Orientation, and Anthropocentrism'. *Current Psychology*, vol. 17, pp. 222–236.

- Suárez, E., Laplace, E.S., Ruiz, B.H. & Rodríguez, A.M.M. 2007. '¿Qué motiva la valoración del medio ambiente? La relación del ecocentrismo y del antropocentrismo con la motivación interna y externa', *Revista de Psicología Social*, vol. 22, n. 3, pp. 235-243.
- Tansley, A.G. 1935. 'The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms', *Ecology*, vol. 16, n. 3, pp. 284-307.
- The Ecologist. 1972. *A blueprint for survival*. Penguin, Harmondsworth 44p.
- Thompson, S.C.G. & Barton, M.A. 1994. 'Ecocentric and Anthropocentric Attitudes Toward the Environment', *Journal of Environmental Psychology*, vol. 14, n. 2, pp. 149-157.
- Tolentino, Z.T. & Oliveira, L.P.S. 2015. 'Pachamama e o Direito à Vida: uma Reflexão na Perspectiva do Novo Constitucionalismo Latino-Americano', *Veredas do Direito*, vol. 12, n. 23, pp. 313-335.
- Tukiainen, H., Alahuhta, J., Field, R., Ala-Hulkko, T., Lampinen, R. & Hjort, J. 2017. 'Spatial relationship between biodiversity and geodiversity across a gradient of land-use intensity in high-latitude landscapes', *Landscape Ecology*, vol. 32, pp. 1049–1063.
- Tupinambá, M., Heilbron, M., Duarte, B.P., Nogueira, J.R., Valladares, C.S., Almeida, J.C.H., Eirado, L.G., Medeiros, S.R., Almdeira, C.G., Miranda, A.W.A. & Ragatky, C.D. 2007. 'Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: Estado da Arte e Conexões com a Faixa Araçuaí', *Geonomos*, vol. 15, pp. 67-79.
- UNESCO. 2015. Operational Guidelines for UNESCO Global Geoparks. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/IGGP_UGG_Statutes_Guidelines_EN.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- Wade, M.L. 1990. 'Animal Liberalism, Ecocentrism and the Morality of the Sport Hunting', *Journal of the Philosophy of Sport*, vol. 17, pp. 15-27.
- Washington, H., Taylor, B., Kopnina, H., Cryer, P. & Piccolo, J.J. 2017. 'Why ecocentrism is the key pathway to sustainability', *The Ecological Citizen*, vol. 1, pp. 35-41.
- Washington, H. 2018. 'The intrinsic value of geodiversity', *The Ecological Citizen*, vol. 1, pp. 137.
- Weathers, K.C., Strayer, D.L. & Likens, G.E. 2013. 'Introduction to Ecosystem Services', in K.C. Weathers, D.L. Strayer & G.E. Likens. *Fundamentals of Ecosystem Services*. Academic Press, p. 3-23.
- Webber, M., Christie, M., & Glasser, N. 2006. *The social and economic value of the UK's geodiversity*. English Nature Research Reports, No 709.

- White, L. 1967. “The Historical Roots of our Ecological Crisis”, *Science*, vol. 155, pp. 1203-1207.
- Wilkinson, A., Hill, M. & Gollan, P. 2001. “The sustainability debate”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, n. 12, pp. 1492-1502.
- Willis, A.J. 1997. ‘The Ecosystem: An Envolving Concept Viewed Historically’, *Functional Ecology*, vol. 11, pp. 268-271.
- Woodroffe, C.D. & Murray-Wallace, C.V. 2012. ‘Sea-level rise and coastal change: the past as a guide to the future’, *Quaternary Science Reviews*, vol. 54, pp. 4-11.
- Wulf, A. 2016. *A invenção da natureza: a vida e as descobertas de Alexander von Humboldt*. Planeta do Brasil, São Paulo, 600 p.
- Zwolinski, Z., Najwer, A. & Giardino, M. 2018. ‘Methods for assessing geodiversity’, in E. Reynard & J. Brilha (eds), *Geoheritage: assessment, protection, and management*. Elsevier, Amsterdam, pp. 27-52.

APÊNDICES

Descrição Sucinta dos Geossítios Avaliados

DESCRIÇÕES SUCINTAS DOS GEOSSÍTIOS AVALIADOS

Aqui estão descritas as principais informações de cada geossítio avaliado neste trabalho. São feitas descrições apenas sucintas, informando as mais importantes características sob os aspectos geológicos, biológicos e culturais.

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Parque dos Pterossauros
MUNICÍPIO	Santana do Cariri
COORDENADA X	420845 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9203868 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Destacam-se as rochas calcárias do Membro Romualdo, da Formação Santana, e seu expressivo conteúdo fossilífero, sobretudo em concreções calcárias, atualmente pesquisadas em escavações não muito profundas.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local com forte interesse científico, possui estrutura física de visitação, porém desativado em novembro de 2022.	
FOTO	
	
Escavação no Geossítio Parque dos Pterossauros, onde são facilmente observadas as concreções carbonáticas.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Pontal de Santa Cruz
MUNICÍPIO	Santana do Cariri
COORDENADA X	418993 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9202930 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos avermelhados relacionados com a Formação Exu, destaque geomorfológico e localizado no topo plano de uma feição estrutural da Chapada do Araripe. Os arenitos funcionam como filtro para a infiltração de água, o que favorece o surgimento de nascentes no sopé da Chapada.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Mirante, aspecto religioso e atrativo turístico.	
FOTO	
	
No Geossítio Pontal de Santa Cruz existe trilha percorrida entre os arenitos da Formação Exu até o topo da feição estrutural.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Pedra Cariri
MUNICÍPIO	Santana do Cariri
COORDENADA X	423249 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9212736 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
<p>Calcários laminados, extraídos em mina da chamada “Pedra Cariri”. Destaque para o conteúdo fossilífero, sobretudo de invertebrados, vertebrados e plantas. Em alguns locais é possível observar a presença de Gipsita em uma fina camada caracterizada como Camada Ipubi e que está relacionada com o processo de intrusão marinha durante a abertura do oceano Atlântico Sul.</p>	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatina.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Forte importância científica, porém, também econômica devido à mineração.	
FOTO	
	
Destaque para as camadas de calcário laminado em frente de exploração no Geossítio Pedra Cariri.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Floresta Petrificada
MUNICÍPIO	Missão Velha
COORDENADA X	490885 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9196774 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos avermelhados da Formação Missão Velha, com destaque à preservação, neste litotipo, de coníferas de paleofloresta.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Importância científica pelo conteúdo paleobotânico, acesso turístico é restrito.	
FOTO	
	
Nos arenitos da Formação Missão Velha estão preservados troncos de coníferas.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Cachoeira de Missão Velha
MUNICÍPIO	Missão Velha
COORDENADA X	484077 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9201634 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos silicificados da Formação Cariri. São encontradas diferentes feições geomorfológicas, como cânion e marmitas, resultados da erosão fluvial ao longo do tempo geológico. Destaca-se a presença de icnofósseis.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Caatinga, mata ciliar. Aspectos que juntamente com os geológicos justificaram a criação de unidades de conservação: Parque Natural Municipal da Cachoeira de Missão Velha/Bioparque e Monumento Natural Cachoeira do Rio Salgado.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Lazer, turismo, vestígios de comunidades indígenas e, posteriormente, de cangaceiros. Registro de lendas relacionadas com a cachoeira.	
FOTO	
	
Icnofósseis encontrados no Geossítio Cachoeira de Missão Velha.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Colina do Horto
MUNICÍPIO	Juazeiro do Norte
COORDENADA X	465885 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9707540 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Geossítio composto por rochas ígneas, tipicamente granitos e dioritos, que estão relacionados com o embasamento da Bacia do Araripe.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Relacionado com a devoção ao Padre Cícero, possui diversos monumentos de importância religiosa, para além da estátua do Santo Popular, como a Trilha do Santo Sepulcro e diferentes ofertas feitas em pedido ou agradecimento, por vezes com blocos ou seixos das rochas encontradas no próprio geossítio. Destaca-se também os preceitos ecológicos do Padre Cícero sobre o cuidado com o meio ambiente, estas lembradas ao longo do geossítio.	
FOTO	
	
Aspecto do diorito no Geossítio Colina do Horto.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Ponte de Pedra
MUNICÍPIO	Nova Olinda
COORDENADA X	430545 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9209828 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Geoforma escavada pela erosão fluvial em afloramento de arenito da Formação Exu.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Relacionado com o Bioma Caatinga, mas com transição para uma vegetação mais densa nas proximidades.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Para além da “ponte”, há mirante e sítios arqueológicos nas proximidades.	
FOTO	
	
O Geossítio Ponte de Pedra possui estrutura para conservação da geoforma, com a pretensão de mitigar os efeitos da erosão e do uso antrópico do local.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Bataeira
MUNICÍPIO	Crato
COORDENADA X	451570 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9200696 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos avermelhados da Formação Barbalha, por vezes intercalados com camadas de folhelhos betuminosos.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Espécies de fauna e flora relacionadas com os biomas Caatinga e Cerrado, unidade de conservação estadual.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local com atratividade de lazer e turística, museu, construções da época do Brasil Império, além de lendas e ocupações mais antigas, por comunidades indígenas.	
FOTO	
	
Composição betuminosa em folhelhos no Geossítio Bataeira.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Riacho do Meio
MUNICÍPIO	Barbalha
COORDENADA X	463494 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9185652 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Local em que se pode descrever observar pacotes areníticos da Formação Exu, que tem importância para o estabelecimento de nascentes no geossítio.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Espécies de fauna e flora, por vezes endêmica, como o soldadinho do Araripe, descrito nesta área. Está englobado em unidades de conservação municipal e estadual: Parque Ecológico Luís Roberto Correia Sampaio e Monumento Natural Sítio Riacho do Meio.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Espaço de lazer, trilhas, mirante, história e lendas relacionadas com cangaço.	
FOTO	
	
Arenitos permitem o estabelecimento de nascentes neste geossítio, com vegetação densa e úmida.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Santa Fé
MUNICÍPIO	Crato
COORDENADA X	443772 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9206950 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenito da Formação Exu, com intemperismo e erosão avançados.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Registros rupestres.	
FOTO	
	
Registros rupestres encontrados no Geossítio Santa Fé.	

TERRITÓRIO	Araripe Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Caldeirão de Santa Cruz
MUNICÍPIO	Crato
COORDENADA X	437750 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9217029 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
São descritos no geossítio filitos com exudados de quartzo. Encontra-se feições como marmitas na rocha, originadas pela erosão fluvial.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Importância histórica, relacionada com massacre promovido pelo governo de Getúlio Vargas na década de 1940.	
FOTO	
	
Marmita no Geossítio Caldeirão de Santa Cruz.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Serra Verde
MUNICÍPIO	Cerro Corá
COORDENADA X	791964 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9343162 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Predomínio de granito equigranular, com destaque a diferentes geoformas. Ainda se descrevem marmitas e tanque.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação típica da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Pinturas rupestres, trilha, uso educativo.	
FOTO	
	
Da esquerda para a direita: Pedra da Baleia, Pedra do Cachorro e Pedra do Nariz.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Cruzeiro de Cerro Corá
MUNICÍPIO	Cerro Corá
COORDENADA X	793849 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9332056 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Granito inequigranular.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação esparsa, relacionada com a Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Mirante para a cidade de Cerro Corá, posicionamento de cruzeiro.	
FOTO	
	
Sobre o geossítio está posicionado um cruzeiro a partir do qual se tem vista panorâmica para a cidade.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Nascente do Rio Potengi
MUNICÍPIO	Cerro Corá
COORDENADA X	788833 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9331224 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos e conglomerados associados com a Formação Serra dos Martins, que capeia a Serra de Santana e é responsável por favorecer a percolação de água e a nascente do Rio Potengi.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora associadas com a Caatinga, mas registra-se a passagem de gado pela região.	
ASPECTOS CULTURAIS	
O Rio Potengi é aquele que dá nome ao estado do Rio Grande do Norte, portanto uma associação cultural bastante importante.	
FOTO	
	
Arenitos esbranquiçados da Formação Serra dos Martins no Geossítio Nascente do Rio Potengi.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Vale Vulcânico
MUNICÍPIO	Cerro Corá
COORDENADA X	787487 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9327200 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Relacionado com evento de vulcanismo datado em 25 Ma, são encontrados no geossítio rochas basálticas, formando disjunções colunares horizontais a inclinadas. Em alguns locais é possível observar nódulos de Peridotito.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação densa.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Forte importância científica do geossítio, principalmente pela datação do vulcanismo, que o coloca como um dos mais recentes da Plataforma Sul-americana.	
FOTO	
	
Nódulo de Peridotito encontrado em basalto no Geossítio Vale Vulcânico.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Mirante Santa Rita
MUNICÍPIO	Lagoa Nova
COORDENADA X	783229 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9324546 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenitos da Formação Serra dos Martins, esbranquiçados e alterados.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local com mirante e terapias holísticas.	
FOTO	
	
Aspecto do arenito no Geossítio Mirante Santa Rita, apresentando-se bastante alterado com possível dissolução.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Tanque dos Poscianos
MUNICÍPIO	Lagoa Nova
COORDENADA X	771845UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9321214 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Granito inequigranular, com presença de xenólitos dioríticos e tanques.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora típicas da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Mirante, acúmulo de água no tanque foi utilizado para lavagem de roupas e alimentação.	
FOTO	
	
O mirante no Geossítio Tanque dos Poscianos é posicionado sobre granitos.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Lagoa do Santo
MUNICÍPIO	Currais Novos
COORDENADA X	768303 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9316426 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Granito inequigranular, enclaves de diorito, diferentes geoformas, além de resquícios de fauna pretérita encontrados em sedimentos da lagoa.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
A disponibilidade de água permite o desenvolvimento de algumas espécies de fauna e flora no entorno da lagoa, no geral relacionada com a Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Aspecto religioso com devoção à São Sebastião. A Pedra do Sino, localizada no geossítio, é um atrativo turístico da cidade. Também há registros rupestres nos granitos.	
FOTO	
	
O Geossítio Lagoa do Santo é formado essencialmente por granitos inequigranulares.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Pico do Totoró
MUNICÍPIO	Currais Novos
COORDENADA X	769213 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9313854 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Formado por granitos inequigranulares, a forma do pico é dada pela erosão. Também há diferentes geoformas.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga. Há descrição de alta diversidade de avifauna na região do geossítio.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Atrativo cultural, além de ser a região em que começou o povoamento da cidade de Currais Novos. Acúmulo de água permite o desenvolvimento de culturas agrícolas de subsistência.	
FOTO	
	
Há barramento de água no Geossítio Pico do Totoró, o que favorece a atividade agrícola.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Morro do Cruzeiro
MUNICÍPIO	Currais Novos
COORDENADA X	775977 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9306722 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Corpo de pegmatito intrudido em micaxistos, a intrusão segue preferencialmente o plano axial das dobras da rocha encaixante. Pode-se associá-lo ao contexto da Província Pegmatítica da Borborema.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação da Caatinga, por vezes instalada no substrato rochoso, como os cactos.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Monumento cultural da cidade de Currais Novos, é local de peregrinação devido à sua importância religiosa. Também é um mirante para a cidade.	
FOTO	
	
<p>O Geossítio Morro do Cruzeiro é formado por corpo de pegmatito intrudido em micaxistos da Formação Seridó.</p>	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Mina Brejuí
MUNICÍPIO	Currais Novos
COORDENADA X	770874 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9300784 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Diversidade geológica com paragnaisses, xistos, mármore e calciossilicáticas, esta última associada com a mineralização de Scheelita por meio de processos hidrotermais.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Além da importância científica, a Mina Brejuí está intimamente ligada ao desenvolvimento socioeconômico da cidade de Currais Novos e seu entorno, principalmente com seu pleno funcionamento nas primeiras décadas após a Segunda Guerra Mundial.	
FOTO	
	
Entrada de galeria no Geossítio Mina Brejuí.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Cânion dos Apertados
MUNICÍPIO	Currais Novos
COORDENADA X	776367 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9298330 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Cânion formado pela erosão fluvial que cortou pacotes de quartzito e também formou marmitas. São descritos também diques de pegmatito.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Alta diversidade de avifauna, a vegetação é típica da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Eleito uma das 8 maravilhas do Rio Grande do Norte, a comunidade local tem relação intrínseca com este geossítio. É amplamente utilizado em atividades de educação.	
FOTO	
	
O cânion neste geossítio de Currais Novos foi formado pela erosão fluvial do Rio Picuí.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Açude Gargalheiras
MUNICÍPIO	Acari
COORDENADA X	765223 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9289131 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Conjunto de serras formadas por granitos inequigranulares porfíricos e que permitiram o barramento do Rio Acauã.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga, diversidade de peixes encontrados nas águas do açude.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Açude importante para o abastecimento da região, ampla prática de atividades de lazer e esporte, como trilha, pescaria, canoagem, <i>stand up paddle</i> .	
FOTO	
	
A barragem no Geossítio Açude Gargalheiras foi construída aproveitando o relevo das serras.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Poço do Arroz
MUNICÍPIO	Acari
COORDENADA X	763864 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9287602 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Granitos inequigranulares com marmitas originadas pela erosão fluvial do Rio Acauã.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Mata ciliar, fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Diversos registros rupestres, sobretudo litogravuras, também é local de lazer.	
FOTO	
	
Falha em dominó na região do Geossítio Poço do Arroz.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Cruzeiro de Acari
MUNICÍPIO	Acari
COORDENADA X	760913 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9287707 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Granito inequigranular porfirítico com textura tipo rapakivi.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Geossítio de pequena dimensão, apenas alguns exemplares de vegetação observados, estes associados com a Caatinga	
ASPECTOS CULTURAIS	
Sítio de importância científica, utilizado para a formação em geociências de diferentes níveis. O cruzeiro posto sobre as rochas marca o início da rodovia, esta inaugurada em 1972.	
FOTO	
	
Borda de plagioclásio envolvendo cristal de K-feldspato, textura tipo rapakivi no Geossítio Cruzeiro de Acari.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Marmitas do Rio Carnaúba
MUNICÍPIO	Acari
COORDENADA X	755135 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9281433 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
A rocha principal é o granito inequigranular, mas também se observa enclaves do embasamento e de dioritos. Em alguns lugares é possível descrever uma mistura de magmas. O destaque principal é geomorfológico, pelas marmitas de dimensões métricas formadas pela erosão fluvial.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local de prática de trilhas, além de ser atrativo turístico da cidade. Presença de registros rupestres.	
FOTO	
	
Enclave do embasamento e mistura de magmas observados no Geossítio Marmitas do Rio Carnaúba.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Serra da Rajada
MUNICÍPIO	Carnaúba dos Dantas
COORDENADA X	759394 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9275244 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
<i>Inselberg</i> de destaque na paisagem, formado por granito inequigranular.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local de prática de turismo de aventura, é referenciado na cultura local como um monumento de destaque.	
FOTO	
	
O Geossítio Serra da Rajada é um relevo positivo de destaque na paisagem da região.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Monte do Galo
MUNICÍPIO	Carnaúba dos Dantas
COORDENADA X	766995 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9274063 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Corpo de pegmatito de 150m de altura, aproximadamente, relacionado ao contexto da Província Pegmatítica da Borborema.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Sobre o geossítio está erguida uma igreja, dedicada a Nossa Senhora das Vitórias, portanto tem um aspecto religioso muito forte, além de ser local para a prática de lazer da comunidade.	
FOTO	
	
Vista sobre o Geossítio Monte do Galo para a cidade de Carnaúba dos Dantas.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Xiquexique
MUNICÍPIO	Carnaúba dos Dantas
COORDENADA X	769892 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9275309 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Ao longo da trilha para o geossítio é possível observar diques de pegmatito, mas a litologia principal é o quartzito, que encontra-se intensamente deformado.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
É também um sítio arqueológico protegido devido à diversidade e riqueza de seus registros rupestres.	
FOTO	
	
Quartzito dobrado no Geossítio Xiquexique.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Cachoeira dos Fundões
MUNICÍPIO	Carnaúba dos Dantas
COORDENADA X	770319 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9278225 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Observam-se quartzitos e pegmatitos, com destaque ao primeiro. Em períodos de chuva intensa, forma-se cachoeira com água caindo dos paredões de quartzito.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Destaque para as atividades de lazer, em períodos de chuva, mas também para os registros rupestres, sobretudo litogravuras, encontrados no geossítio.	
FOTO	
	
Litogravuras nas paredes de quartzito são encontrados no Geossítio Cachoeira dos Fundões.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Açude Boqueirão
MUNICÍPIO	Parelhas
COORDENADA X	762006 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9259028 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
No entorno do açude Boqueirão, destaca-se o relevo positivo formado por metaconglomerados.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora da Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
A linha do relevo é associada à forma de uma mulher deitada, conhecida localmente como a “Princesa Adormecida”, é local da prática de turismo de aventura.	
FOTO	
	
A “Princesa Adormecida” observada na linha de relevo do Geossítio Açude Boqueirão é símbolo da cidade de Parelhas.	

TERRITÓRIO	Seridó Geoparque Mundial da UNESCO
GEOSSÍTIO	Mirador
MUNICÍPIO	Parelhas
COORDENADA X	761476 UTM WGS 84 Z24S
COORDENADA Y	9257279 UTM WGS 84 Z24S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Descreve-se no geossítio blocos de metaconglomerado.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Bioma Caatinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Registros rupestres, sendo o local também um sítio arqueológico protegido. Atrativo turístico do município.	
FOTO	
	
Registros rupestres em metaconglomerados no Geossítio Mirador.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Lagoa Vermelha
MUNICÍPIO	Araruama / Saquarema
COORDENADA X	769341 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7462346 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Laguna hipersalina com ocorrência de estromatólitos recentes.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
As condições de hipersalinidade permitem o crescimento de micro-organismos que, por sua vez, dão origem aos estromatólitos.	
ASPECTOS CULTURAIS	
A hipersalinidade é aproveitada pela mineração de sal. Geossítio com alto valor e interesse científico.	
FOTO	
	
O Geossítio Lagoa Vermelha é caracterizado pela presença de estromatólitos holocênicos e pela hipersalinidade de suas águas.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Mangue de Pedra
MUNICÍPIO	Armação dos Búzios
COORDENADA X	194622 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7483059 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Ambiente de mangue sobre rochas, associado com descarga de água doce infiltrada em paleofalésias.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Biodiversidade endêmica, a exemplo do manguezal.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Importância para as comunidades quilombolas locais, além do valor científico e educativo.	
FOTO	
	
<p>O ambiente desenvolvido no Geossítio Mangue de Pedra é atípico, o que justifica sua importância ambiental.</p>	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Quartzo Leitoso
MUNICÍPIO	Armação dos Búzios
COORDENADA X	194649 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7474182 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Veio de quartzo de grandes dimensões, é associado ao processo de amalgamação do Gondwana.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Espécies vegetais locais.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Relação com a comunidade quilombola de Baía Formosa.	
FOTO	
	
Apesar de pouco diverso, o Geossítio Quartzo Leitoso tem relevância para a comunidade quilombola local.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Falha Pai Vitório
MUNICÍPIO	Armação dos Búzios
COORDENADA X	196204 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7482992 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Falha de grandes dimensões, estendendo-se do continente até a Ilha Feia, separando rochas paleoproterozoicas de sedimentares do Plioceno.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de semiárido.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Importante atrativo turístico da cidade, tem importância científica e está relacionado com lendas locais.	
FOTO	
	
A Falha do Pai Vitório é um geossítio de importância turística e científica.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Ponta da Lagoinha / Boca / Forno
MUNICÍPIO	Armação dos Búzios
COORDENADA X	204469 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7478974 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Local com deformações associadas com a amalgamação do Gondwana, relativo ao evento Orogenia Búzios, também registrado pelas assembleias minerais de alta pressão cianita-silimanita-granada. A rocha principal é um paragnaisse. As areias avermelhadas da praia se devem à abundância de granada.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de clima semiárido.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local com forte atrativo turístico, mas também importância científica.	
FOTO	
	
A cor avermelhada da praia é resultado da grande presença de granada nas areias.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Boqueirão
MUNICÍPIO	Arraial do Cabo
COORDENADA X	806003 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7453913 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
No final do Pontal do Atalaia, encontram-se exemplares do embasamento paleoproterozoico, bem como diques toleíticos, alcalinos e pegmatíticos.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora de semiárido.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Presença de sambaquis, relevância turística e científica.	
FOTO	
	
Evidência de sambaqui no Geossítio Boqueirão.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Pontal do Atalaia
MUNICÍPIO	Arraial do Cabo
COORDENADA X	806074 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7454456 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Região com diversidade litológica, são encontrados gnaisses, intrusão alcalina, rochas vulcânicas, brechas vulcânicas.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação controlada pela incidência solar, a depender da posição no substrato rochoso.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Um dos principais pontos turísticos da região, relevância científica por evidências da quebra do supercontinente Gondwana. A temperatura das águas, mais baixa por presença de ressurgência também é um atrativo.	
FOTO	
	
As Prainhas, na região do Geossítio Pontal do Atalaia, possuem forte atrativo turístico. Foi considerada uma das cinco praias mais bonitas da América do Sul pela plataforma TripAdvisor.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Dunas do Peró
MUNICÍPIO	Cabo Frio
COORDENADA X	192551 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7470116 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Campo de dunas móveis, formado essencialmente por sedimentos quartzosos. Relevante para o estabelecimento de aquífero e educação.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora endêmicas.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Educação ambiental, há também registro de sítios arqueológicos na região.	
FOTO	
	
O Geossítio Dunas do Peró é formado essencialmente por sedimentos quartzosos.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Pontal do Peró
MUNICÍPIO	Cabo Frio
COORDENADA X	195231 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7473043 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Predomínio de gnaisses cortados por diques de diabásio.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Ambiente praial, fauna e flora próprias.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Relevância turística e ambiental.	
FOTO	
	
Gnaisse cortado por dique de diabásio no Geossítio Pontal do Peró.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Fazenda Campos Novos
MUNICÍPIO	Cabo Frio
COORDENADA X	805049 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7484767 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Destaca-se a presença de paleofalésia associada com a Formação Barreiras, composta por arenitos de cor avermelhada. Esta é uma evidência de antigo nível do mar, que alcançava este local há 5 mil anos.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação modificada para atividade agrícola.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local histórico, com registro da passagem de Charles Darwin, além da presença de sambaquis, entre outros aspectos culturais.	
FOTO	
	
Evidências de sambaquis na Fazenda Campos Novos.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Praia Brava
MUNICÍPIO	Cabo Frio
COORDENADA X	807769 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7465996 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Foz da Lagoa de Araruama, descrevem-se gnaisses intrudidos por diques de diabásio, estes associados com a quebra do Gondwana e contato com as rochas paraderivadas da Sucesso Búzios.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Ambiente de costão.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Relevância científica e turística.	
FOTO	
	
Diques de diabásio cortando gnaisses no Geossítio Praia Brava.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Canal Campos-Macaé
MUNICÍPIO	Carapebus
COORDENADA X	233405 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7540722 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Formação de arenitos antrópicos ocorrida pelo processo de abertura do canal.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Restinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Canal hidrológico.	
FOTO	
	
A abertura do canal, ainda no Brasil Império, criou pacote de arenitos antrópicos. Foto: Kátia Mansur.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Arenitos Betuminosos PARNA Jurubatiba
MUNICÍPIO	Carapebus / Quissamã
COORDENADA X	227597 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7534245 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Arenito com matéria orgânica composta por remanescentes de espécies vegetais do Pleistoceno. Este registro indica que o local estaria em uma posição mais distante da linha de praia e seria um ambiente semelhante a um pântano.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Restinga, fauna e flora endêmicas, Parque Nacional.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Local de atividade ambiental, envolvido pelo Parque Nacional da Restinga da Jurubatiba.	
FOTO	
	
Arenitos betuminosos na faixa de praia no PARNA Jurubatiba.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Barra de São João
MUNICÍPIO	Casimiro de Abreu
COORDENADA X	192542 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7497893 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
A principal rocha aflorante é um granito inequigranular.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora de ambiente praial.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Atividade pesqueira, turística, lazer.	
FOTO	
	
<p>Alteração tipo esfoliação esferoidal (casca de cebola) no Geossítio Barra de São João.</p>	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Ponta da Farinha
MUNICÍPIO	Iguaba Grande
COORDENADA X	787117 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7470232 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
São descritos gnaisses e brechas tectônicas, há uma falha aflorante.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Biodiversidade endêmica.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Núcleo experimental da UFF, atividades de pesquisa, antiga salina-escola, espaço de lazer.	
FOTO	
	
Fragmento de brecha tectônica encontrado no Geossítio Ponta da Farinha.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Praia dos Cavaleiros
MUNICÍPIO	Macaé
COORDENADA X	211666 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7519446 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Gnaiss do embasamento é descrito em afloramentos na praia, é relacionado como limite norte do Domínio Cabo Frio.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora de ambiente praias.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Praia, local turístico da cidade de Macaé, espaço de lazer.	
FOTO	
	
A Praia dos Cavaleiros é um dos principais atrativos da cidade de Macaé.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Beachrocks de Darwin
MUNICÍPIO	Maricá
COORDENADA X	692745 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7465683 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
São descritos no geossítio arenitos praias com fácies finas, conglomerados, além da presença de coquinas. Descrevem-se seixos de diabásio, provenientes de diques nas proximidades da praia.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Além da diversidade biótica de ambiente praias, é importante ressaltar que os <i>beachrocks</i> funcionam como substrato e habitat para alguns espécimes de malacofauna.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Forte importância científica e histórica, este sítio foi descrito por Charles Darwin quando da sua passagem pelo Brasil.	
FOTO	
	
<p>O Geossítio <i>Beachrocks</i> de Darwin destaca-se não somente pela passagem do famoso naturalista inglês, mas também pela sua relevância científica e ambiental.</p>	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Ponta Negra
MUNICÍPIO	Maricá
COORDENADA X	736369 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7459235 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Paraderivadas com silimitanita, cortadas por diques de diabásio.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de costão.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Atividade de lazer e pesca.	
FOTO	
	
Corpo de paragnaisse muito deformado na região do Geossítio Ponta Negra.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Praia da Sacristia
MUNICÍPIO	Maricá
COORDENADA X	737602 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7460073 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Destacam-se os diques de diabásio cortando o embasamento.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de costão.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Atividade de lazer, relevância científica.	
FOTO	
	
Diques de diabásio cortando o ortognaisses no Geossítio Praia da Sacristia.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Gruta da Sacristia
MUNICÍPIO	Maricá
COORDENADA X	737682 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7459949 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Ortognaisses, ortoanfíbolitos e pegmatitos são descritos neste sítio, com diversidade de estruturas frágeis e dúcteis, como falha, fraturas e <i>boudins</i> .	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de costão.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Atividade de lazer, turismo, relevância científica.	
FOTO	
	
O Geossítio Gruta da Sacristia é formado por ortognaisses intensamente deformados.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Monumento dos Costões Rochosos
MUNICÍPIO	Rio das Ostras
COORDENADA X	199333 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7505778 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Aqui encontram-se exemplares do embasamento paleoproterozoico, relacionado com o Complexo Região dos Lagos.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de costão.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Monumento natural da cidade, atração turística e importância científica.	
FOTO	
	
O Monumento dos Costões Rochosos é um afloramento do embasamento.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Falésias São Francisco de Itabapoana
MUNICÍPIO	São Francisco de Itabapoana
COORDENADA X	296349 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7637649 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Falésias associadas com a Formação Barreiras, compostas essencialmente por arenitos ferruginosos e conglomerados.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Restinga.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Farol, atividade pesqueira, área de lazer e recreação, praia.	
FOTO	
	
Sobre as falésias de São Francisco de Itabapoana está instalado um farol.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Delta Paraíba do Sul
MUNICÍPIO	São João da Barra
COORDENADA X	291532 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7607891 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Foz do rio Paraíba do Sul, em formato de delta. A região apresenta um intenso processo erosivo que pode ser relacionado com as intervenções antrópicas, a montante, que modificaram o fluxo de sedimentos e vazão, provocando o consumo da faixa praial.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Fauna e flora de ambiente praial.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Praia, atividade pesqueira, relação do ser humano com o ambiente de praia e sua intensa erosão.	
FOTO	
	
<p>Observa-se processo erosivo intenso na região do Delta do Paraíba do Sul.</p>	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Lagoa Salgada
MUNICÍPIO	São João da Barra / Campos dos Goytacazes
COORDENADA X	292884 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7574367 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Laguna hipersalina com estromatólitos calcílicos holocênicos.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
A hipersalinidade é condição favorável ao desenvolvimento de micro-organismos que geram os estromatólitos.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Relevância científica, atividade turística e de educação ambiental.	
FOTO	
	
<p>A Lagoa Salgada também se destaca pelos estromatólitos encontrados nela. Foto: Douglas Rosa da Silva.</p>	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSSÍTIO	Serra da Sapatiba
MUNICÍPIO	São Pedro da Aldeia
COORDENADA X	787382 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7470818 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Rochas paraderivadas, evidência da Orogenia Búzios, relacionado com o fechamento do Gondwana.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Biodiversidade endêmica, com espécies ameaças de extinção.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Área de Proteção Ambiental, atividades de educação ambiental, aspecto geomorfológico importante.	
FOTO	
	
A Serra da Sapatiba tem uma grande importância ecológica associada. Foto: Kátia Mansur.	

TERRITÓRIO	Projeto Geoparque Costões e Lagunas do RJ
GEOSÍTIO	Promontório Igreja de Nossa Senhora de Nazaré
MUNICÍPIO	Saquarema
COORDENADA X	756934 UTM WGS 84 Z23S
COORDENADA Y	7461359 UTM WGS 84 Z23S
ASPECTOS GEOLÓGICOS	
Ortognaisses cortados por diques de diabásio e de pegmatito. Observa-se a presença de magnetita.	
ASPECTOS BIOLÓGICOS	
Vegetação de costão rochoso.	
ASPECTOS CULTURAIS	
Igreja, cemitério, relação de religiosidade, atividade de lazer e turismo. Aqui destaca-se também a prática do surf e o círio de Nazaré, sendo este um dos mais antigos do Brasil.	
FOTO	
	
Sobre o cordão rochoso foi construída igreja.	

Artigo Publicado

Artigo publicado no Anuário do IGEO – UFRJ, Qualis B1, em outubro de 2020



Ecocentrismo e sua Aplicabilidade em Estudos da Geodiversidade
Ecocentrism and its Applicability in Geodiversity Studies

Matheus Lisboa Nobre da Silva¹ & Kátia Leite Mansur²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Pós-graduação em Geologia, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, 21941-916 Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, 21941-916 Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

E-mails: nobre.mit@gmail.com, kattia@geologia.ufrj.br

Recebido em: 04/06/2020 Aprovado em: 15/07/2020

DOI: http://doi.org/10.11137/2020_3_415_424

Resumo

Nos estudos da natureza, percebe-se o predomínio de uma ética antropocêntrica, que coloca o ser humano no centro das avaliações e destaca algum elemento do meio ambiente devido à importância que tem para a manutenção do bem-estar das sociedades, através do uso ou benefício antrópico. Esta ética é presente na ciência desde as concepções de René Descartes na busca pela objetividade e razão, o que posicionou o ser humano como o “dono” da natureza. Esta compreensão é observada em diversos setores da sociedade e da ciência e predomina no entendimento dos chamados serviços ecossistêmicos, em voga atualmente nos estudos da biodiversidade e também da geodiversidade, e que são definidos como condições e processos naturais que sustentam a vida humana ou ainda como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Porém, sendo o ecossistema um conjunto que envolve elementos abióticos e bióticos, percebe-se que a humanidade é apenas uma parte deste todo e que, por possuir capacidade de pensamento e de julgamento de direito, deve ser responsável por proteger os recursos naturais, utilizando-o de forma sustentável, mas compreendendo a natureza como foco central de análise. Esta concepção define a ética ecocêntrica, que surge a partir das ideias de Aldo Leopold na década de 1940, mas que passa a ser mais bem conceituada na década de 1980. Atualmente, já existem pesquisadores que se debruçam sobre os temas do ecocentrismo e vêm publicando estudos em diversas áreas com foco nesta ética ambiental. No Brasil, existe uma multidisciplinaridade no uso do termo, tendo sido identificadas 48 teses e dissertações nos últimos 21 anos que tenham abordado a temática, principalmente, nas áreas de Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e Ecologia. Através de um estudo de revisão bibliográfica, este trabalho tem o objetivo de apresentar a ética ecocêntrica como contraponto ao antropocentrismo e avaliar a sua aplicabilidade nos estudos da geodiversidade, que concluiu-se ser possível e necessária.

Palavras-chave: *Ecocentrismo; Antropocentrismo; Geodiversidade*

Abstract

In nature studies, the predominance of an anthropocentric ethics is perceived, which places the human being at the center of evaluations and highlights some element of the environment due to the importance it has for the maintenance of the well-being of societies, through the anthropic use or benefit. This ethics has been present in science since the conceptions of René Descartes in the search for objectivity and reason, which positioned the human being as the “owner” of nature. This understanding is observed in different sectors of society and science and prevails in the understanding of the so-called ecosystem services, currently in vogue in studies of biodiversity and also of geodiversity, which are defined as natural conditions and processes that sustain human life or as benefits that people derive from ecosystems. However, since the ecosystem is a set that involves abiotic and biotic elements, it is clear

that humanity is only a part of this whole and that, due to its capacity for thinking and judging, it must be responsible for protecting natural resources, using it in a sustainable way, but understanding that nature as the central focus of analysis. This conception defines ecocentric ethics, which arises from the ideas of Aldo Leopold in the 1940s, but which becomes better conceptualized in the 1980s. Currently, there are already researchers who focus on ecocentrism and have been publishing studies in several areas focusing on this environmental ethics. In Brazil, there is a multidisciplinary in the use of the term, having identified 48 thesis and dissertations in the last 21 years that have addressed the theme, mainly in the areas of Applied Social Sciences, Human Sciences and Ecology. Through a bibliographic review study, this work aims to present ecocentric ethics as a counterpoint to anthropocentrism and evaluate its applicability in geodiversity studies, which was concluded to be possible and necessary.

Keywords: *Ecocentrism; Anthropocentrism; Geodiversity*

1 Introdução

Em estudos da natureza, sobretudo com foco ambiental e de conservação, faz-se necessária uma compreensão ampla dos elementos e processos que ocorrem em todo o ecossistema, de forma a obter uma visão holística do que se observa. Existe, porém, o predomínio de uma ética antropocêntrica nos estudos do meio ambiente, visto que boa parte destes é realizado com destaque à importância de algum elemento da natureza para o ser humano, ou ainda para a cadeia natural que por fim trará algum benefício para as comunidades antrópicas (Washington *et al.*, 2017).

Os estudos sobre as mudanças climáticas, por exemplo, procuram entender como o aquecimento global afetará a humanidade (Sharma & Gahlawat, 2017; Ahima, 2020). A extinção de alguns seres vivos é vista, muitas vezes, como uma quebra na cadeia alimentar que poderá vir a afetar os seres humanos (Rao & Larsen, 2010). A geologia se debruça sobre o estudo dos depósitos minerais para suprir as necessidades da sociedade consumista. Porém, muito além disso, como o planeta reage a todas as alterações em seus ecossistemas? Quais os efeitos que toda a biodiversidade sofre com as mudanças na Terra? Para estes e outros questionamentos, as respostas vão além das necessidades antrópicas, por isso o antropocentrismo não pode ser uma ética predominante nos estudos da natureza.

Um dos grupos que engloba os componentes dos ecossistemas, juntamente com a biodiversidade, a geodiversidade é caracterizada por Gray (2013) como a diversidade de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (paisagem, topografia, processos físicos), pedológicos e hidrológicos. Inclui também assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens.

Esta diversidade abiótica é fundamental para o estabelecimento e manutenção dos ecossistemas, portanto, sua conservação é essencial para a estabilidade natural do planeta e deve ser um dos focos das ações de caráter conservacionista ambiental (Gray, 2005; Serrano & Ruiz-Flaño, 2007; Nascimento *et al.*, 2008; Comer *et al.*, 2015). Porém, não sendo possível preservar todo o meio ambiente, define-se prioridades, elencadas através de valores,

definindo um patrimônio, no caso da geodiversidade patrimônio geológico (Mansur, 2018).

Em essência, a maioria dos valores da geodiversidade, principalmente aqueles estabelecidos em métodos qualitativos, é atualmente definida pelos benefícios que a natureza abiótica provém para o ser humano, ou seja, articulam-se através de uma abordagem puramente antropocêntrica (Gray, 2004; Reynard, 2005; Holt-Wilson, 2010; Gray, 2013) ou mista (Sharpley, 1995; Kiernan, 1996; Sharpley, 2002). Mesmo alguns métodos quantitativos também fazem uma avaliação antropocêntrica da geodiversidade, a exemplo de Brilha (2016).

Ao analisar apenas os benefícios que a geodiversidade dispõe para o ser humano, o antropocentrismo deixa de lado a importância da natureza abiótica para si mesma, bem como para todo o ecossistema. Desta forma, alcançar a sustentabilidade tão almejada pelos estudos da conservação do meio ambiente torna-se apenas parcialmente alcançável, uma vez que não estão integrados, e em mesma medida, todos os atores ecossistêmicos (elementos abióticos, elementos bióticos, processos e fenômenos naturais).

Paralelamente à ética antropocêntrica, a literatura tem apresentado o ecocentrismo, em que coloca o ecossistema no centro do pensamento ambiental, integrando as formas de vida com o meio abiótico e entendendo este conjunto como fundamental para toda a natureza.

Através deste trabalho, analisa-se a aplicabilidade da ética ecocêntrica nos estudos, projetos e ações que envolvam a geodiversidade. É possível compreender e conservar a totalidade da natureza, mesmo com a necessidade humana pela exploração dos recursos minerais para manutenção de seu modo de vida? Onde o ser humano deve se posicionar numa perspectiva ecocêntrica e sustentável de proteção do meio ambiente?

A sustentabilidade pode guiar as atividades humanas, a partir de uma equalização dos aspectos que gerem a vida em sociedade (Figura 1). Esse conceito visa a saúde, o balanceamento, resiliência e interconectividade dos ecossistemas sem desconsiderar a necessidade humana pelos recursos e serviços que a natureza pode dispor (Morelli, 2011).

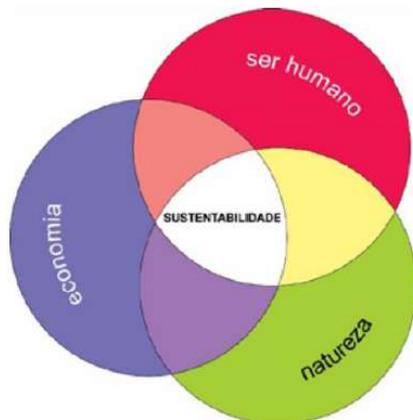


Figura 1 A partir da equalização dos benefícios ao ser humano, como também à economia global, sem esquecer dos direitos da natureza, atinge-se a sustentabilidade.

Equilíbrio é a palavra-chave condicionante para a subsistência dos ecossistemas, deve ser, portanto, guia essencial para todas as atividades no meio ambiente e que venham a afetar seus elementos abióticos e/ou bióticos. Para tanto, ações como determinação de pegada ecológica e desenvolvimento de uma economia verde podem e devem ser incentivadas.

As discussões realizadas neste trabalho surgem de uma inquietação com o antropocentrismo atualmente em voga nos estudos da geodiversidade. É necessária uma mudança na ética ambiental para que se passe a conservar, proteger e/ou preservar o meio abiótico, assim como todo o ecossistema, pela sua importância para a natureza, não somente pela sua participação na manutenção do bem-estar do ser humano.

É fundamental a compreensão de que o ser humano é parte integrante da natureza, que esta existe independentemente das atividades humanas, para que, a partir disto, possa-se reatar os laços perdidos com o meio natural, trabalhando em conjunto com a biodiversidade e a geodiversidade pela manutenção dos ecossistemas e suas condições de existência.

2 Metodologia

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre ecocentrismo, relacionando este conceito com estudos da geodiversidade. Para fins estatísticos, foram consultadas

as bases de dados Periódicos Capes e SCOPUS. Nestes, foram realizadas pesquisas que retornassem informações sobre produção científica nacional e mundial nessa temática. Assim, foram inseridas como objetos de busca as palavras “ecocentrismo” e “ecocentrism”, filtrando resultados nos campos título, resumo, assunto e palavras-chave, nos idiomas português, espanhol e inglês.

Como forma de analisar a produção da pós-graduação no Brasil sobre ecocentrismo, também foi utilizada como fonte de dados a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), na qual foi pesquisado o termo “ecocentrismo” em todos os campos disponíveis. Os resultados foram filtrados por área de conhecimento e ano de defesa, fornecendo parâmetros de evolução dos estudos sobre a temática no país.

3 Conceito de Ecossistema

É preciso inicialmente compreender o objeto de estudo das ciências ambientais, que é essencialmente o ecossistema, compreendido por Willis (1997) como uma unidade que envolve uma comunidade (ou comunidades) de organismos e seu ambiente físico e químico, em qualquer escala, desejavelmente especificada, na qual existem fluxos contínuos de matéria e energia em um sistema aberto interativo.

Daily (1997) conceitua ecossistema como um conjunto de organismos vivos numa área, juntamente com o ambiente físico e a relação entre ambos. O trabalho da Avaliação Ecológica do Milênio (MA, 2005) conceitua ecossistema como um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e micro-organismos e o ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional.

Para Lage *et al.* (2008) “ecossistema é definido como sendo área relativamente homogênea de organismos interagindo com seu ambiente”. Weathers *et al.* (2013) apontam uma definição ainda mais generalista, indicando que ecossistema é o sistema interativo composto de todas as formas de vida e os objetos não-vivos num volume específico do espaço.

A Enciclopédia Britânica define ecossistema como o complexo de organismos vivos, seu ambiente físico e todas suas inter-relações numa unidade particular do espaço (Encyclopaedia Britannica, 2019).

Em geral, as definições de ecossistema dão maior destaque para os elementos bióticos da natureza. Porém, entende-se que o meio abiótico é tão importante quanto os seres vivos, sendo mais do que meros suportes para a vida no planeta. Por isso, neste trabalho, compreende-se o ecossistema como o conjunto de elementos abióticos (geodiversidade) e bióticos (biodiversidade), seus processos, fenômenos, sistemas, suas inter- e intra-relações.

4 Antropocentrismo: Visão Predominante em Estudos da Natureza

O antropocentrismo é uma visão que coloca o ser humano no centro de todas as relações naturais, e entende que a humanidade é a maior e principal beneficiadora dos recursos naturais, por isso tem o direito de usufruir ao bem entender destes elementos.

Este raciocínio advém do pensamento de René Descartes, que no século XVII propôs um abandono às tradições, na busca da razão e objetividade na ciência, o que levou a um esquecimento da natureza, que é deixada de lado e desaparece sob o domínio de um dono, o ser humano (Grün, 2009).

É a ética predominante nos estudos acadêmicos, bem como nas tomadas de decisão e governança a nível internacional (Washington *et al.*, 2017). Em fato, a maioria das atitudes tomadas individualmente ou em sociedade convergem para o aprimoramento de processos e do bem-estar antrópico, o que teve como consequência a atual crise ambiental em que se encontra o planeta.

Amplamente utilizados e estudados nos estudos da natureza, tanto biótica como abiótica, os chamados serviços ecossistêmicos são antropocêntricos, definidos como condições e processos naturais que sustentam a vida humana (Fisher *et al.*, 2009) ou ainda como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MA, 2005). Independente da conceituação, “permanece a importância da relação do ser humano com a natureza e os benefícios” que se obtêm a partir dela (Silva *et al.*, 2018). Porém, não são apenas os seres humanos que se beneficiam dos processos, fenômenos e elementos dos ecossistemas.

4.1 Críticas ao Antropocentrismo

Purser & Montuori (1996) afirmam que a crítica ao antropocentrismo vai além da centralização da natureza sob o domínio do ser humano, mas também por ser ele o definidor dos valores de todas as coisas, levando a uma arrogância e insensibilidade moral, gerando uma competição homem *versus* natureza. E, ainda, uma superavaliação dos benefícios econômicos e sociais em relação ao ambiente natural, análises comuns, por exemplo, nos estudos necessários ao licenciamento ambiental de atividades poluidoras.

Para Hage & Rauckienė (2004), o antropocentrismo não resolve a crise ecológica em que o mundo se encontra atualmente, que está enraizada nos aspectos ambientais, filosóficos, pedagógicos e culturais da ciência e do cotidiano das sociedades. A partir do momento em que se reconhece a responsabilidade da humanidade nas intensas mudanças que o meio ambiente tem sofrido, precisa-se também compreender que os modelos éticos-econômicos-industriais

da sociedade contemporânea não são mais comportados pelos recursos naturais da Terra.

Nos últimos 30 anos, a ciência vem evoluindo no entendimento das mudanças climáticas e da participação das atitudes antrópicas na aceleração deste processo. Contudo, nos tempos mais recentes, como aponta Salinger (2010), o número de pessoas descrentes e que negam as evidências do aquecimento global tem crescido e é decorrente também da ética antropocêntrica.

Críticas ao modelo antropocêntrico são encontradas mesmo nas culturas religiosas, a exemplo da católica em que seu atual líder, o Papa Francisco, publicou sua primeira carta encíclica, documento pontifício dirigido a todos os fiéis, com pensamentos sobre a proteção do meio ambiente, versando com dados científicos, além das reflexões cristãs. Ele afirma: “[...] não basta pensar nas diferentes espécies como eventuais ‘recursos’ exploráveis, esquecendo que possuem um valor em si mesmos” (Francisco, 2015, p.26). Através do texto, o Papa reflete sobre a necessidade de um novo modelo social e ecológico, afirmando que o antropocentrismo se encontra em crise e falhou no cuidado com a natureza, propõe, então, o que ele chama de “ecologia integral”. Para o Papa, “quando o ser humano se coloca no centro, acaba dando prioridade absoluta aos seus interesses contingentes, e tudo o mais se torna relativo” (Francisco, 2015, p. 76).

Em relação à definição de valores para a natureza, que às vezes é dado de forma monetária, pode-se entender que há uma necessidade e importante colaboração desta análise para fins de conservação do meio ambiente, visto que o homem é, até o momento, o único ser vivo conhecido com capacidades de raciocínio que lhe permita uma avaliação ética sobre o uso dos recursos naturais. Alguns métodos de avaliação da natureza definem o valor intrínseco, que sendo inseridos em um contexto geral claramente antropocêntrico nada mais é que uma forma de justificar eticamente os demais valores. Portanto, faz-se necessária a adoção integral de uma nova ética ambiental.

Como afirmam Kopnina *et al.* (2018), apesar de serem claramente antropogênicos, por serem causados pelos seres humanos, os valores da natureza não precisam ser antropocêntricos, visto que a Terra, acima da humanidade, tem a necessidade de manter seu equilíbrio para a manutenção e existência de seus ecossistemas.

5 O Ecocentrismo: Estado da Arte

No pensamento filosófico, a unidade com a natureza é retomada pelas ideias de Rousseau, que contribuiu para a criação de uma nova mentalidade a respeito das relações do ser humano com o meio ambiente. Ele entende que o ser humano é parte da natureza e, por isso, também deve protegê-la, ao invés de somente explorá-la. O pensamento

de Rousseau leva a um entendimento de que “a preservação da vida na terra depende de mudarmos nossas relações com a natureza, conosco mesmos e com os outros” (Hermann, 2009, p.101).

Essa relação “amigável” com o meio ambiente é percebida nas sociedades tradicionais (aborígenes, indígenas, africanas), em que a natureza é mãe, é uma entidade superior e, por isso, adorada e respeitada. De fato, observa-se atualmente o esgotamento dos recursos naturais, em decorrência dos modelos éticos-econômicos-industriais em voga na sociedade contemporânea. A retomada deste tipo de relacionamento com a Terra é dada pelo ecocentrismo, ética que coloca no centro não mais o ser humano, mas a natureza, os ecossistemas.

A ideia de ecocentrismo surge no final da década de 1940 com o trabalho de Leopold (1949) em que o autor discorre sobre a Ética da Terra com o objetivo de afirmar que deve existir um respeito mútuo da comunidade global, na qual estão incluídos todos os seres vivos e elementos abióticos da natureza, para garantir os direitos destes elementos de continuarem existindo.

Entretanto, o termo em si começa a aparecer mais contundentemente na literatura a partir da década de 1980, em discussões sobre ambientalismo, política ambiental, direito dos animais, além da compreensão sobre ética ambiental na filosofia (O’Riordan, 1985; O’Sullivan, 1986; Eckersley, 1990; Wade, 1990).

Thompson & Barton (1994) define ecocentrismo como o ato de valorar a natureza pelo seu próprio bem. No mesmo estudo, as autoras avaliaram dois grupos de pessoas para identificar se suas atitudes são ecocêntricas ou antropocêntricas e, através disto, observaram que aqueles que demonstraram tendência maior ao antropocentrismo possuem um interesse mais apático em relação ao meio ambiente, com um menor comportamento conservacionista.

Ecocentrismo, em suma, correlaciona os interesses e comportamentos pró-ambientais, como através de atitudes proativas de combate às mudanças climáticas, principalmente porque parte de um raciocínio moral a parte do ser humano e para com o ambiente natural e ecológico (Suárez *et al.*, 2007).

Hay (2010) destaca a característica de rede do ecocentrismo, pois nesta ética tudo é interconectado, além das comunidades de seres vivos e o meio abiótico, também há um destaque para a conexão entre os indivíduos.

Alguns autores afirmam que a preservação da natureza deve levar em conta os benefícios obtidos a partir dela para os seres humanos, mas, como afirma Kopnina (2012), isto não é suficiente, uma vez que apenas alguns elementos da natureza são de interesse e uso antrópico, o que desprotege, em essência, os demais componentes do meio ambiente.

Abreu & Bussinguer (2013) enxergam o ecocentrismo como pensamento predominante na elaboração de algumas legislações brasileiras, citando como exemplo a Política Nacional do Meio Ambiente, que protege o meio ambiente, de forma globalizada, através de seus elementos abióticos e bióticos, independentemente das benesses que possam trazer ao ser humano.

No continente americano, as constituições da Bolívia e Equador resguardam o direito da Terra de existir, configurando-a como sujeito alvo das respectivas legislações e garantindo a sua proteção para as gerações vindouras (Tolentino & Oliveira, 2015). Esta visão é tipicamente ecocêntrica, que coloca a natureza no centro das tomadas de decisão, não mais o ser humano, como na ética antropocêntrica.

Câmara (2017) aponta quatro contrapontos do ecocentrismo frente ao antropocentrismo:

1. o ser humano não é o centro do universo, nem é superior biologicamente a nenhum ser vivo;
2. o antropocentrismo favoreceu o consumo exacerbado da sociedade economicamente ativa, intensificando a degradação ambiental;
3. os parâmetros utilizados pelo antropocentrismo para indicar a superioridade humana seria responsável por excluir dentro da própria humanidade os grupos com defasagem de “consciência, vontade, habilidade comunicativa e autorreflexiva”;
4. a limitação do antropocentrismo em reconhecer a possibilidade de ruptura da sociedade com esta forma de pensar, uma atitude jactanciosa.

Há, portanto, uma “necessidade de reavaliar a posição ocupada pelos seres humanos diante da realidade sistêmica e interrelacional das diversas formas de vida” (Câmara, 2017, p. 21). Para a autora, a ética ecocêntrica dialoga com as ciências jurídicas na busca pelas garantias de direito de toda a natureza.

O ser humano é dependente do ecossistema, mas não é o único e precisa se posicionar corretamente na relação com a natureza. Os trabalhos da literatura científica mostram que existe uma necessidade de se mudar a ética principal das relações com a natureza, direcionando-se para um panorama ecocêntrico, que além de ser multidisciplinar, dialogando com diversas áreas de conhecimento e da sociedade, pode melhor compreender o papel da humanidade no ecossistema.

Esta compreensão é corroborada pela geoética, que procura colocar os geocientistas nas discussões morais e éticas em torno do uso dos recursos naturais, bem como na modificação dos ambientais pela atividade antrópica (Matteucci *et al.*, 2014; Castro *et al.*, 2018). Nesta

concepção, a participação daqueles que estudam o meio abiótico torna-se essencial na busca de um desenvolvimento sustentável e com viés ecocêntrico.

6 Ecocentrismo em Estudos da Geodiversidade: É Possível?

Kopnina *et al.* (2018) afirmam que o antropocentrismo não pode guiar a humanidade para um futuro sustentável, ao passo que o ecocentrismo entende que o ser humano é parte da natureza, não sendo seu senhor feudal, proprietário e dominador. Assim, esta corrente entende que o ser humano deve respeitar toda a rede natural do ecossistema e, portanto, deve empenhar esforços para sua proteção e, quando necessária, preservação.

Atualmente, já existem pesquisadores que se debruçam sobre os temas do ecocentrismo e vêm publicando estudos em diversas áreas com foco nesta ética ambiental. A pesquisa realizada junto à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que consolida as publicações em nível de pós-graduação no Brasil, mostrou que nas últimas duas décadas, houve um aumento na produção científica relacionada ao ecocentrismo. O gráfico da Figura 2 mostra que, mesmo com picos negativos no período, a tendência é positiva em relação ao número de produções de teses e dissertações. Nos últimos 21 anos, foram produzidos 48 trabalhos de pós-graduação que abordassem de alguma forma a temática.

A maior parte da produção brasileira, contudo, se concentra nas áreas de Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e Ecologia (Figura 3), o que mostra a multidisciplinaridade envolvida em estudos ecocêntricos, visto que a compreensão e equilíbrio do meio ambiente é de interesse de todos.

Paralelamente, a consulta às bases de dados de periódicos SCOPUS e Capes (Figura 4), mostra que nas últimas três décadas houve uma importante produção, nos idiomas português, espanhol e, principalmente, inglês, sobre esta temática.

Da mesma forma que pesquisadores de diversas áreas estão produzindo conhecimento com base no ecocentrismo, aqueles que estudam a natureza abiótica também podem se integrar a esta ética e compreender a geodiversidade além dos benefícios que trazem para o ser humano, traduzindo a importância de seus elementos para o equilíbrio de todo o meio ambiente. Fato é que a geodiversidade é a base da vida, tendo sido desenvolvida ao longo de toda a história da Terra, portanto, existe muito antes da biodiversidade, nesta incluído o ser humano.

Os estudos da geodiversidade são focados nos elementos abióticos da natureza, tais como: minerais, rochas, solos, fósseis, relevo (incluindo as paisagens), água, além de todos os processos físicos que atuam sobre a Terra. É, portanto, um ramo das geociências que tem como objeto componentes fundamentais da natureza.

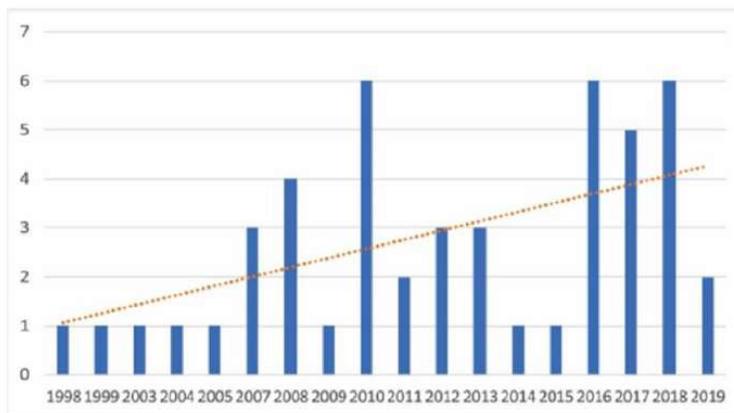


Figura 2 Gráfico com número de teses e dissertações no Brasil no período de 1998 a 2019 que envolvem a temática do ecocentrismo. Em laranja, linha de tendência positiva do número de produções.

Ecocentrismo e sua Aplicabilidade em Estudos da Geodiversidade
Matheus Lisboa Nobre da Silva & Kátia Leite Mansur

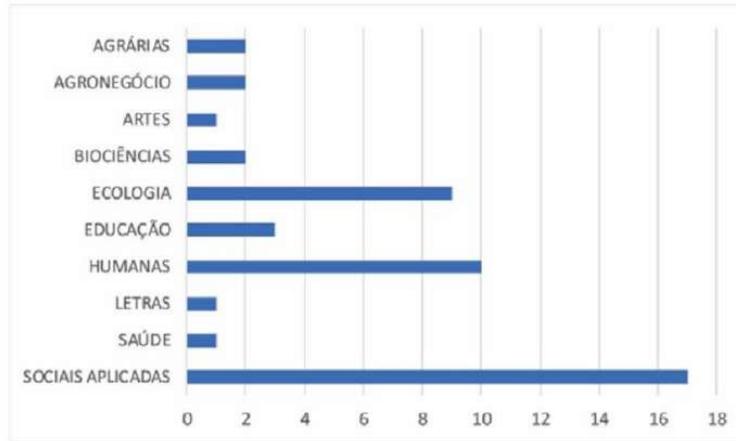


Figura 3 Gráfico com número de teses e dissertações produzidas no Brasil entre 1998 e 2019 com a temática do ecocentrismo por área de conhecimento.

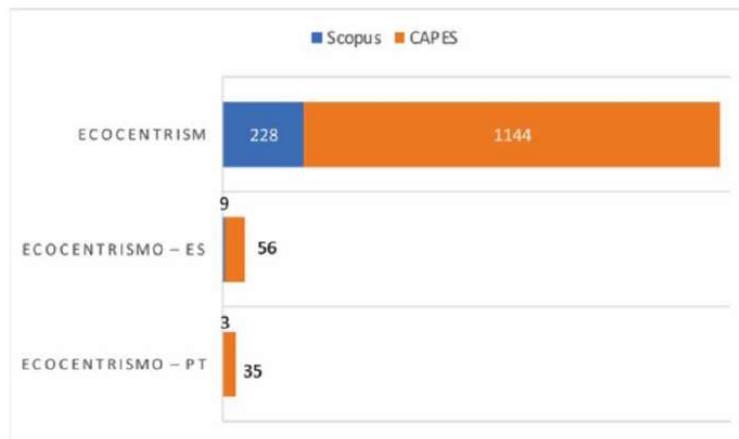


Figura 4 Gráfico com número de artigos publicados, entre 1998 e 2019, com a temática do ecocentrismo nos idiomas inglês, espanhol e português, segundo consulta nas bases Scopus e CAPES.

Dedicar esforços para compreender a geodiversidade é fundamental para compreender também os ecossistemas, uma vez que os elementos abióticos são tão importantes quanto os bióticos para o equilíbrio natural. Portanto, colocar a geodiversidade no centro das discussões pela sua importância para o meio ambiente é uma atitude ecocêntrica, o que mostra que é possível sim aplicar esta ética aos seus estudos.

Mais que possível, é necessária a introdução do ecocentrismo nas pesquisas sobre diversidade abiótica do planeta para que o embasamento às discussões sobre geoconservação vá além da importância de se proteger ou preservar um sítio ou elemento devido aos benefícios que esta ação trará aos seres humanos ou a uma comunidade específica. Podemos incluir também o valor científico muitas vezes abordado, que, em essência, existe para suprir uma necessidade do ser humano por conhecimento. É preciso avançar mais em questões que valorizem a geodiversidade também pela importância que seus elementos têm para todo o planeta.

Os projetos, ações, pesquisas e demais atividades que envolvam a geodiversidade, ao usar o ecocentrismo, devem interpretar o ambiente “não-vivo” pelos seus valores próprios e pelas relações importantes que mantêm com todos os ecossistemas, gerando nestas discussões bases sólidas e ambientalmente corretas para sustentar os discursos conservacionistas atuais.

Um exemplo de uma possível aplicação do ecocentrismo na geodiversidade é a valoração dos elementos abióticos, aos quais recorrentemente são atribuídos valores a partir dos benefícios que podem possibilitar ao bem-estar do ser humano, como na metodologia dos serviços ecossistêmicos. Atribuir valores ecocêntricos à geodiversidade significa identificar as relações de seus elementos com todo o ecossistema, a fauna, a flora e interrelações entre a própria geodiversidade. Qual a importância da natureza abiótica para o equilíbrio dos ecossistemas? Qual a função da geodiversidade no estabelecimento de habitat para a biodiversidade? Como os processos físicos modelam as paisagens e o clima?

Responder essas e outras perguntas fornece uma avaliação da geodiversidade com todo o ecossistema, denotando a importância de conservação dos elementos abióticos pela sua relevância para o meio ambiente e não para o uso ou bem-estar antrópico. A abordagem ecocêntrica nos estudos da geodiversidade pode produzir um entendimento holístico sobre a natureza, interpretando as relações dos ecossistemas e compreendendo que o ser humano é também um ser natural, da biodiversidade, e não um ente superior.

O ecocentrismo na geodiversidade pode ajudar a traduzir o conhecimento científico para as populações

leigas, retomando, por exemplo, tradições de povos antigos que conviviam harmoniosamente com a natureza. A ética ecocêntrica não exclui os benefícios que a humanidade obtém da exploração da geodiversidade, mas insere o entendimento que os elementos abióticos, assim como os bióticos, seus processos, sistemas e relações têm o direito a continuar a existir em equilíbrio no planeta, e, para isso, a exploração antrópica deve ser sustentável e em harmonia com a natureza.

7 Conclusões

Há uma predominância na sociedade, bem como na ciência, de um pensamento antropocêntrico na forma de enxergar e conduzir as relações do ser humano com a natureza. Através desta ética, entende-se, muitas vezes, que a humanidade é o centro dos ecossistemas, ou ainda do universo, e toda atividade ambiental pode ser realizada com a finalidade de obter benefícios antrópicos.

Contudo, a atual crise ecológica é, em grande parte, devida ao consumo desenfreado dos recursos naturais sob a justificativa do antropocentrismo, que advém do século XVII e embasou as grandes revoluções da história humana, como a industrial, que, por sua vez, ampliou intensamente o uso da natureza para o bem-estar do ser humano.

Não é eticamente possível entender que a humanidade seja a única beneficiada com os recursos da natureza. O ecossistema como um todo depende dos elementos do meio ambiente, bióticos ou abióticos, para a sua manutenção e equilíbrio. Portanto, é um pensamento egoísta embasar estudos ambientais no antropocentrismo.

Nisto, a ética ecocêntrica se apresenta como um caminho alternativo, que enxergue o ser humano como um dos elementos dos ecossistemas e que, logicamente, dele obtém benesses. O ecocentrismo não deseja a extinção do ser humano ou das sociedades antrópicas existentes, mas clama por uma mudança de posicionamento da humanidade frente à natureza, pedindo por mais sustentabilidade e respeito ao direito de todo o meio ambiente de existir.

Uma vez que a geodiversidade é componente essencial da natureza, tendo sido o primeiro grupo de elementos naturais a surgir na Terra e que dá base e suporta os ecossistemas do planeta, é essencial que a geoconservação abranja práticas sociais e ambientais que protejam os recursos abióticos pelo seu próprio valor. Para isto, o ecocentrismo é uma ética possível e necessária na consolidação de novos hábitos ambientalmente corretos e que almejem o equilíbrio dos ecossistemas como um todo, muito além dos benefícios antrópicos que se possa obter a partir deles.

8 Referências

- Abreu, I.S. & Bussinguer, E.C.A. 2013. Antropocentrismo, Ecocentrismo e Holismo: uma Breve Análise das Escolas de Pensamento Ambiental. *Derecho y Cambio Social*, 34: 1-11.
- Ahima, R.S. 2020. Global warming threatens human thermoregulation and survival. *The Journal of Clinical Investigation*, 130(2): 559-561.
- Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2): 119-134.
- Câmara, A.S.V.M. 2017. *Direito Constitucional Ambiental Brasileiro e Ecocentrismo: um diálogo possível e necessário a partir de Klaus Bosselmann*. Rio de Janeiro, Lumen Juris, 294p.
- Castro, P.T.A.; Ruchkys, U. & Manini, R.T. 2018. A sociedade civil organizada e o rompimento da Barragem de Fundão, Mariana (MG): porque é preciso difundir a Geotética. *Terræ Didática*, 14(4): 439-444
- Comer, P.J.; Pressey, R.L.; Hunter Jr, M.L.; Schloss, C.A.; Buttrick, S.C.; Heller, N.E.; Tirpak, J.M.; Faith, D.P.; Cross, M.S. & Shaffer, M.L. 2015. Incorporating geodiversity into conservation decisions. *Conservation Biology*, 29(3): 692-701.
- Daily, G.C. 1997. Introduction: What are Ecosystem Services? In: DAILY, G.C. (Ed.). *Nature's Service: societal dependence on natural ecosystem*. Island Press, p. 1-10.
- Eckersley, R. 1990. Habermas and green political thought: two roads diverging. *Theory and Society*, 19: 739-776.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. 2019. Ecosystem. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/ecosystem>>. Acesso em: 21 jan 2020.
- Fisher, B.; Turner, R.K. & Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.
- Francisco, P. 2015. *Carta Encíclica Laudato Si' do Santo Padre Francisco sobre o cuidado da casa comum*. São Paulo, Edições Loyola, 142p.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, 434p.
- Gray, M. 2005. Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How? *The George Wright Forum*, 22(3): 4-12.
- Gray, M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, 495p.
- Grün, M. 2009. Descartes, Historicidade e Educação Ambiental. In: CARVALHO, I.C.M.; GRÜN, M. & TRAJBER, R. *Pensar o Ambiente: bases filosóficas para a Educação Ambiental*. Ministério da Educação, p. 63-78.
- Hage, R. & Rauckienė, A. 2004. Ecocentric worldview paradigm: the reconstruction of consciousness. *Journal of Baltic Science Education*, 2(6): 60-68.
- Hay, R. 2010. The Relevance of Ecocentrism, Personal Development and Transformational Leadership to Sustainability and Identity. *Sustainable Development*, 18: 163-171.
- Hermann, N. 2009. Rousseau: o retorno à natureza. In: CARVALHO, I.C.M.; GRÜN, M. & TRAJBER, R. *Pensar o Ambiente: bases filosóficas para a Educação Ambiental*. Ministério da Educação, p. 93-110.
- Holt-Wilson, T. 2010. *Norfolk's Earth Heritage – Valuing Our Geodiversity*. Norwich, Norfolk Geodiversity Partnership, 74p.
- Kiernan, K. 1996. Landform classification for geoconservation. In: EBERHARD, R. (Ed.). *Pattern & Process: Towards a Regional Approach to National Estate Assessment of Geodiversity*. Australian Heritage Commission and Environment Forest Taskforce, p. 21-34.
- Kopnina, H. 2012. The Lorax complex: deep ecology, ecocentrism and exclusion. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 9(4): 235-254.
- Kopnina, H.; Washington, H.; Taylor, B. & Piccolo, J.J. 2018. Anthropocentrism: More than Just a Misunderstood Problem. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 31: 109-127.
- Lage, C.S.; Peixoto, H. & Vieira, C.M.B. 2008. Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA. *GeoTextos*, 4(1-2): 11-36.
- Leopold, A. 1949. *A Sand County Almanac and Sketches Here and There*. Nova Iorque, Oxford University Press, 226p.
- Mansur, K.L. 2018. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: GUERRA, A.J.T. & JORGE, M.C.O. (Org.). *Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. Oficina de Textos, p. 1-49.
- Matteucci, R.; Gosso, G.; Peppoloni, S.; Piacente, S. & Wasowski, J. 2014. The "Geoethical Promise: A Proposal. *Episodes*, 37(3): 190-191.
- MA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. MA Conceptual Framework. In: MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, p. 1-25.
- Morelli, J. 2011. Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(1): 1-9.
- Nascimento, M.A.L.; Ruchkys, U.A. & Mantesso-Neto, V. 2008. *Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. São Paulo, SBGEO, 82p.
- O'Riordan, T. 1985. Research policy and review 6. Future directions for environmental policy. *Environment and Planning A*, 17(11): 1431-1446.
- O'Sullivan, P.E. 1986. Environmental science and environmental philosophy — part 1 environmental science and environmentalism. *International Journal of Environmental Studies*, 28: 97-107.
- Purser, R.E. & Montuori, A. 1996. Ecocentrism in the Eye of the Beholder. *The Academy of Management Review*, 21(3): 611-613.
- Rao, M. & Larsen, T. 2010. Ecological Consequences of Extinction. *Lessons in Conservation*, 3: 25-53.

Ecocentrismo e sua Aplicabilidade em Estudos da Geodiversidade

Matheus Lisboa Nobre da Silva & Kátia Leite Mansur

- Reynard, E. 2005. Géomorphosites et paysages. *Géomorphologie: relief, processus, environment*, 3: 181-188.
- Salinger, J. 2010. The climate journey over three decades: from childhood to maturity, innocence to knowing, from anthropocentrism to ecocentrism... *Climate Change*, 100: 49-57.
- Serrano, E. & Ruiz-Flaño, P. 2007. Geodiversity: A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62: 140-147.
- Sharma, V. & Gahlawat, LN. 2017. Global warming: Causes and Effects. In: NATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN CHEMICAL SCIENCES TOWARDS GREEN AND SUSTAINABLE ENVIRONMENT, Dhéli, 2017. Proceedings, Nova Dhéli, University of Dhéli, p. 71-74.
- Sharples, C. 1995. Geoconservation in forest management – principles and procedures. *Tasforests*, 7: 37-50.
- Sharples, C. 2002. *Concepts and Principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 79p.
- Suárez, E.; Salazar, M.E.; Hernández, B. & Martín, A.M. 2007. ¿Qué motiva la valoración del medio ambiente? La relación del ecocentrismo y del antropocentrismo con la motivación interna y externa. *Revista de Psicología Social*, 22(3): 235-243.
- Serviços Ecosistêmicos da Natureza e sua Aplicação nos Estudos da Geodiversidade: uma Revisão. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 41(2): 699-709.
- Silva, M.L.N.; Mansur, K.L. & Nascimento, M.A.L. 2018. Thompson, S.C.G. & Barton, M.A. 1994. Ecocentric and Anthropocentric Attitudes Toward the Environment. *Journal of Environmental Psychology*, 14(2): 149-157.
- Tolentino, Z.T. & Oliveira, L.P.S. 2015. Pachamama e o Direito à Vida: uma Reflexão na Perspectiva do Novo Constitucionalismo Latino-Americano. *Veredas do Direito*, 12(23): 313-335.
- Wade, M.L. 1990. Animal Liberalism, Ecocentrism and the Morality of the Sport Hunting. *Journal of the Philosophy of Sport*, 17: 15-27.
- Washington, H.; Taylor, B.; Kopnina, H.; Cryer, P. & Piccolo, J.J. 2017. Why ecocentrism is the key pathway to sustainability. *The Ecological Citizen*, 1: 35-41.
- Weathers, K.C.; Strayer, D.L. & Likens, G.E. 2013. Introduction to Ecosystem Services. In: WEATHERS, K.C.; STRAYER, D.L. & LIKENS, G.E. *Fundamentals of Ecosystem Services*. Academic Press, p. 3-23.
- Willis, A.J. 1997. The Ecosystem: An Envolving Concept Viewed Historically. *Functional Ecology*, 11: 268-271.

Artigo Submetido

Submetido ao periódico Environmental Science & Policy, Qualis A2, em agosto de 2022



Matheus Silva <nobre.mt@gmail.com>

Confirming submission to Environmental Science and Policy

Environmental Science and Policy <em@editorialmanager.com>

16 de agosto de 2022

15:16

Responder a: Environmental Science and Policy <support@elsevier.com>

Para: Matheus Lisboa Nobre da Silva <nobre.mt@gmail.com>

This is an automated message.

An Ecocentric Approach to Qualitative Analysis of Geodiversity

Dear Mr Lisboa Nobre da Silva,

We have received the above referenced manuscript you submitted to Environmental Science and Policy.

To track the status of your manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/envsci/>, and navigate to the "Submissions Being Processed" folder.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,
Environmental Science and Policy

More information and support

You will find information relevant for you as an author on Elsevier's Author

Hub: <https://www.elsevier.com/authors>

FAQ: How can I reset a forgotten password?

https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/28452/supporthub/publishing/kw/editorial+manager/

For further assistance, please visit our customer service site: <https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about Editorial Manager via interactive tutorials. You can also talk 24/7 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, then you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated Scientific Managing Editor, a tool assisted recommendation, or a combination. For more details see the journal guide for authors.

#AU_ENVSCI#

To ensure this email reaches the intended recipient, please do not delete the above code

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following

URL: <https://www.editorialmanager.com/envsci/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

AN ECOCENTRIC APPROACH TO QUALITATIVE ANALYSIS OF GEODIVERSITY

Matheus Lisboa Nobre da Silva^{1*}, Kátia Leite Mansur²

1 – Doctoral Program in Geology, Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil /
ORCID: 0000-0003-3568-9699

* Corresponding author. Email: nobre.mt@gmail.com, Telephone: +55 (84) 99129-2445

3 – Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil / ORCID: 0000-0003-4151-
7463

Abstract

Geodiversity, as a component of nature, has important roles for the functioning of the ecosystem, not only for the benefit of human beings. It is observed in the specialized literature that the definition of values is a fundamental step for geoconservation, but most valuation methods, especially qualitative ones, are anthropocentric, based on the anthropic advantages that some element of geodiversity provides. This is quite evident, for example, in the definition of ecosystem services, which currently have strong prominence in environmental discussions. It is possible, however, to see the contribution of abiotic diversity to the entire environment. Thus, from an ecocentric point of view, this work proposes a qualitative assessment methodology, defining Geodiversity Ecocentric Values (GEVs). The methodology was tested in the Costões e Lagunas Geopark project area, in the southeastern region of Brazil, state of Rio de Janeiro, and demonstrated the contribution of the main abiotic elements to the ecosystem, understanding the human being as part, not apart, of this system.

Keywords: Ecocentrism, Geodiversity, Qualitative Analysis; Brazil

INTRODUCTION

The variety of abiotic elements that make up nature – such as minerals, rocks, soils, landscapes, hydrological resources – are fundamental for the balance of ecosystems and the maintenance of life on Earth. The set of these elements is called geodiversity. When this diversity has an exceptional value or importance, it is characterized as a component of a geological heritage (Gray, 2018).

The definition of geological heritage, therefore, demands the assessment of geodiversity values, in order to subsidize its ranking and provide bases for geoconservation proposals, aiming the protection and/or preservation of this heritage

(Sharples, 2002; Gray, 2004; Brilha, 2005; Nascimento *et al.*, 2008; Gray, 2013; Brilha, 2016; Brilha, 2018; Mansur, 2018). These values can be qualitative, as in the work of Sharples (1995, 2002); Gray (2004, 2013); Kozłowski (2004); Brilha *et al.* (2018); among others. There are also quantitative assessment methods, such as Serrano and Ruiz-Flaño (2007); Pereira *et al.* (2013); Melelli (2014); Forte *et al.* (2018); Manosso *et al.* (2021).

In general, it can be said that qualitative analyzes represent geodiversity and its elements from the evaluator's point of view or through pre-defined systems of values. The main objective of quantitative methods is to define a numerical value, which allows the ranking of geodiversity and its elements in an area (Brilha *et al.*, 2018).

All methods are valid, especially in the way they allow a simplified translation of the importance of abiotic diversity in an area, which is also a facilitator for the scientific education of communities, managers and decision makers. However, currently, there is a predominance of an anthropocentric view in geodiversity assessment methodologies, especially in qualitative ones, placing the benefits for human beings at the center of the analyses, to the detriment of the relationship between the abiotic elements of nature and the entire ecosystem.

We believe, however, that it is possible to establish values of geodiversity in an analysis centered on the ecosystem, taking into account the human being as part of this system. Therefore, the objective of this study is to propose a methodology for qualitative assessment of geodiversity, based on ecocentrism, evaluating the importance of abiotic elements in geosites not only because of their importance for humans, but for the entire ecosystem.

ANTHROPOCENTRISM AND ECOCENTRISM IN GEODIVERSITY STUDIES

Anthropocentrism is the prevailing ethic in academic studies, as well as in decision-making and governance at the international level (Washington *et al.*, 2017). In fact, most attitudes taken individually or in society converge towards the improvement of processes and anthropic well-being, which resulted in the current environmental crisis in which the planet finds itself. However, it is not only human beings who benefit from the processes, phenomena and elements of ecosystems.

Critics of anthropocentrism take into account that this ethic seems to put human beings against nature, overvaluing economic benefits and being unable to resolve the current ecological crisis (Purser and Montuori, 1996; Hage and Rauckienè, 2004).

“Anthropocentrism as an ideology is egotistical and solipsistic, obsessed only with humans” (Kopnina *et al.*, 2018a).

Regarding the definition of values for nature, Kopnina *et al.* (2018a) claim that despite being clearly anthropic, as they are caused by humans, the values of nature do not need to be anthropocentric, since the Earth, above humanity, has the need to maintain its balance for the maintenance and existence of its ecosystems.

This understanding is also possible to be applied to geodiversity studies. If we take as an example the discussions around natural capital and ecosystem services, which have been recurrent in the specialized literature on the environment and, more recently, on geodiversity, we see that their own definitions are anthropocentric:

- Ecosystem Services: “goods and services provided by ecosystems that benefit society” (Gray, 2013).
- Natural Capital: “the stock of both biotic and abiotic assets in nature” (Brilha *et al.*, 2018).

There are, however, benefits that geodiversity provides that are not monetarily quantifiable (Orús, 2020) or that do not directly affect human well-being, but are fundamental to ecosystems. Thus, a non-anthropocentric ethics is necessary in environmental discussions and, in this work, on abiotic diversity.

An alternative to anthropocentrism is ecocentrism, defined by Thompson and Barton (1994) as the act of valuing nature for its own sake. It is a critical attitude towards actions that dictate environmental responsibility on the planet (McShane, 2014). “Ecocentrism sees the ecosphere – comprising all Earth’s ecosystems, atmosphere, water and land – as the matrix which birthed all life and as life’s sole source of sustenance” (Gray *et al.*, 2018).

The idea of ecocentrism appears in the late 1940s with the work of Leopold (1949) in which the author discusses the Ethics of the Earth with the aim of affirming that there must be a mutual respect of the global community, in which all living beings and abiotic elements of nature are included, to guarantee the rights of these elements to continue to exist.

However, the term itself begins to appear more forcefully in the literature from the 1980s onwards, in discussions on environmentalism, environmental policy, animal rights, in addition to the understanding of environmental ethics in philosophy (O’Riordan, 1985; O’Sullivan, 1986; Eckersley, 1990; Wade, 1990).

The multidisciplinary allowed for environmental studies is also perceived in publications on ecocentrism, which have registered an intense increase in the last ten years, which we can observe in a quick query to the Google Scholar tool, which returns 1,410 records with the word “ecocentrism” between 1990 and 2000. 3,190 results between 2000 and 2010 and 7,590 between 2010 and 2020.

Also, Gudynas (2020) discusses the theme of “The Rights of Nature” from a biocentric perspective/ethics, where themes such as development, politics, science and the environment are analyzed, placing nature as a subject of rights. This vision, which goes far beyond anthropocentrism, has been gaining strength, having been incorporated into the 2008 Constitution of Ecuador, in its article 71:

“Chapter seven - Rights of nature

Art. 71. Nature or Pacha Mama, where life is reproduced and carried out, has the right to be full respected for its existence and the maintenance and regeneration of its life cycles, structure, functions and evolutionary processes.”

In fact, ecocentrism is an environmental ethics that draws attention and, even if it does not solve all the problems of humanity, conflicts and environmental disasters on the planet, it presents a responsible approach to nature. As stated by Kopnina *et al.* (2018b): “ecocentrism is inclusive as it acknowledges the intrinsic value of non-human nature as well as the benefits that humans can derive from non-human nature. This guarantees true plurality and democracy, because if the plants, animals, other life-forms, ecosystems and geodiversity had a voice, theirs would be the voice of the majority.”

As part of nature and fundamental for the development of life on Earth, geodiversity must be viewed with the same care as biodiversity, so ecocentrism is also important in abiotic studies, and it can be applied in geodiversity studies, as shown by Silva and Mansur (2020), especially in defining values.

In addition to being possible, using ecocentrism when studying abiotic diversity is a necessary contribution that geoscientists can make to the future of the planet, corroborating what geoethics preaches: “the need to first identify those values on which to shape a responsible and sustainable interaction with Nature” (Peppoloni and Di Capua, 2021).

STUDY AREA

The study developed in this work was carried out in the territory of the Costões e Lagunas Geopark Project (Mansur *et al.*, 2012), located in the State of Rio de Janeiro,

southeastern Brazil. It comprises an area of approximately 10,900 km² and 16 municipalities: Maricá, Saquarema, Araruama, Arraial do Cabo, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Macaé, Carapebus, Quissamã, Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana. The estimated population is 1,940,090 inhabitants, according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2021). More than 300 sites are listed, between natural and built. It is a region with important examples of scientific, tourist and educational values (Silva *et al.*, 2018), in fact a region rich in geodiversity.

Geology

Geologically, the area is contained in the Mantiqueira Province (Almeida *et al.*, 1981), an orogenic system developed with the Brasiliano-Pan African Ediacaran Cycle and which is related to the Gondwana amalgamation. The region under study occurs in a subdivision of this province that is the Ribeira Belt, a mobile belt developed between the ancient Congo and São Francisco cratons (Heilbron *et al.*, 2010).

The Ribeira Belt, in turn, is divided into the Western, Paraíba do Sul, Eastern, and Cabo Frio terrains (Heilbron *et al.*, 2010). In the territory of the Costões e Lagunas Geopark Project, rocks from the Cabo Frio and Oriental terranes occur, in addition to magmatism and sedimentation subsequent to them. Of these, the Cabo Frio Terrane, dated at 520 Ma (Schmitt *et al.*, 2004), represents the end of the Gondwana collage process. Crystal units related to the Ribeira Orogen with Paleoproterozoic basement, Cambrian supracrustals, as well as Mesozoic (tholeiitic) and Cenozoic (alkaline) magmatisms and Neogene and Quaternary sediments form the local geology of the Cabo Frio Terrane. In the Eastern Terrane, in the area of this study, ortho and paraderivatives of the Proterozoic, and Ordovician magmatism are present, in addition to a very expressive Cenozoic cover.

Soils

According to the mapping of soils in the State of Rio de Janeiro (Carvalho Filho *et al.*, 2000), in the region of this study there are predominantly argisols, glesols and alluvial soils, with some occurrences of latosols as well.

Vegetation

The study area region encompasses some important remnants of the Atlantic Forest, a tropical forest biome, considered a biodiversity hotspot on the planet (Biosphere Reserve), with many endemic species, and which has already covered 1.5 million square kilometers of Brazil, but which today occupies about 11% of the national territory (Ribeiro *et al.*, 2011).

Also noteworthy is the presence of restingas along almost the entire length of the geopark project, characterized as a set of biotic communities established in coastal sandy deposits.

MATERIAL AND METHODS

For the proposed qualitative evaluation, 54 sites of geological importance were chosen for evaluation, the choice of these was made based on the authors' own experience, identifying in all 16 municipalities that make up the geopark project at least one place whose highlight is its abiotic diversity and that are already contained in the project inventory.

From the descriptions, the main abiotic elements of each location were identified, in addition to observing the relationship of these elements with the local environment and its ecosystems. Then, the function of these elements in terms of ecocentric values of geodiversity were listed.

This assessment consists of the understanding that the ecosystem comprises the planet's natural diversity, which in turn is formed by the biodiversity + geodiversity set. This abiotic diversity has an intrinsic value and a group of ecocentric values, composed of balance, ecological, record, and anthropic values (Figure 2). It is not the function of this evaluation to rank the evaluated sites, but to provide qualitative data on the importance of the diversity of each one for the different components of the ecosystem, in order to support discussions on the geoconservation of such sites from an ecocentric perspective.

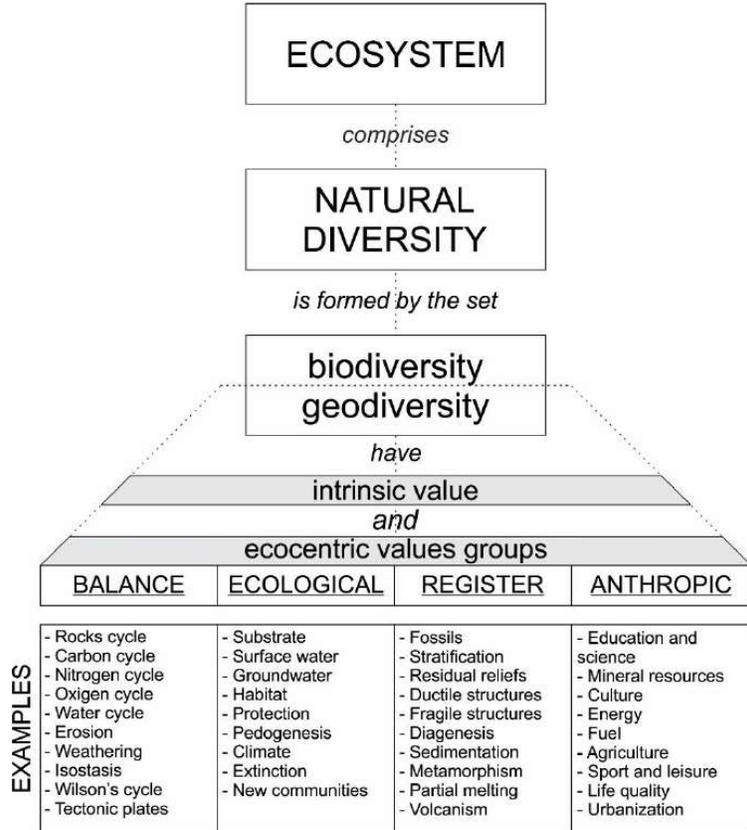


Fig. 2 – Simplified scheme of ecocentric values of geodiversity. The list of values examples is not complete and depends on the relationship of abiotic elements in each evaluated location.

Intrinsic Value

It is the existence value, which determines that nature and its elements, whether abiotic or biotic, have value just because they exist and, therefore, would be entitled to it. It is a feeling present in the relationship of native peoples with the environment, expressed, for example, in Andean and indigenous cultures in South America (Krenak, 2019; Lourenço, 2019).

Piccolo (2017) emphasizes that the identification of the intrinsic value of nature, specifically of the biosphere, which we extend here to geodiversity, is an aspect of environmental conservation, superior to a merely academic activity. For the author, the human being “have evolved the ability to recognize the good of our fellow species. But this in no way implies that we have created this good. Recognizing intrinsic good does, however, encumber upon us a duty to uphold it”.

Although there are several criticisms of this value, the intrinsic value is important to place human beings side by side with nature, recognizing them as part of ecosystems, but with the cognitive ability to think about their protection and conservation (Sandler, 2012; Rea and Munns Jr, 2017).

In geodiversity studies, this value has already been listed, for example, in the works of Gray (2004; 2013). Washington (2018) mentions the importance of valuing geodiversity just for its existence, however “ascribing intrinsic value does not mean you cannot necessarily ‘use’ something – indigenous cultures do both – but it does mean using geodiversity with respect, acknowledging the value of rocks, landforms and rivers for themselves”.

Although it is not useful to differentiate one place from another, since it understands everything and everyone as worthy of existing, the intrinsic value is fundamental in the understanding that there is more to identify than the evaluator can analyze, thus enabling the conservation of ecosystems.

Balance Value

The Earth is constantly modified by its different processes, but as a system, ideally, these processes work in balance, sometimes shaken by external actions (such as meteorites) or internal (such as anthropic action). Landscapes denote different genesis according to the environments in which they are currently located or in the remote past (Gutiérrez and Gutiérrez, 2016).

The different geochemical cycles, as well as the rock cycle and the supercontinent cycle, are responsible for making important resources available to the planet. Just as the constant processes of weathering and erosion recycle such elements. Thus, it is possible to affirm that the balance of the natural conditions of the planet depends directly on the abiotic elements.

In order to characterize this capacity of geodiversity, the balance value reflects the maintenance of the natural conditions of ecosystems, reacting to occasional changes, managing phenomena, as well as the supply of organic and non-organic matter to the planet.

Ecological Value

The ecological value refers to the support of life on the planet, which is given by geodiversity. The availability of conditions for the establishment, maintenance,

reproduction and habitat of the biota is conditioned by the abiotic conditions. Throughout geological time, from the Archean, through the Proterozoic to the Phanerozoic, life emerged, died out and changed on the planet, always with a control of environmental conditions, generally abiotic.

Tukiainen *et al.* (2017) show the strong correlation of geodiversity with plant diversity in Finland. Another clear example of the importance of geodiversity for the development of biodiversity are coral reefs, sometimes controlled by the geological conditions of the environment, a fact not only restricted to the Recent. Sediment flow and the type of substrate, in addition to sea currents, are fundamental for the establishment and development of this type of community (Cortés, 1997; Roberts *et al.*, 2006; Risk and Edinger, 2011). Kuffner and Toth (2016), when reviewing the protection of corals in the Western Atlantic, indicate the importance of abiotic conditions for these beings, since “a better understanding of the processes that control the longterm resilience of reefs as geomorphic structures, not just as ecological communities” can help with the conservation process.

Thus, the ecological ecocentric value of geodiversity aims to identify the relationship of abiotic elements with the necessary conditions for life on the planet. It is a reflection of a characteristic, so far, unique in the Solar System, which is the Earth's ability to house living beings. Examples of this value are: the substrate, groundwater or surface water, the geological conditions that allow the establishment of individuals and communities, such as habitat, protection, and even cataclysmic events that extinguished species over time.

Register Value

This indicates the characteristic of geodiversity in telling the past history of the planet through geological records. Charles Lyell and James Hutton's Theory of Uniformitarianism is based, for example, on this ability of abiotic elements to record the past.

Mineral assemblages, rocks, soils, landscapes, ductile and fragile structures, sediments, metamorphism, partial melting, in addition to fossils, are some of the examples of forms of record that geodiversity has. Each of these elements exposes conditions of a moment in the planet's history.

In addition to being an important source of information about the Earth's past, geodiversity can, based on what is recorded in its various elements, provide data for

models that predict the evolution of environments, as a "guide for the future" (Woodroffe and Murray-Wallace, 2012).

It is important to point out that, regardless of the scientific use that human beings can give to the information recorded by geodiversity, the ecocentric value of register characterizes this capacity of nature's abiotic elements.

Anthropic Value

It is undeniable that human beings are responsible for the greatest impacts on the environment, often using natural resources in an unruly way, geodiversity included. Discussions about a new geological period, the Anthropocene, reflect this relationship.

We relate to the planet in different ways, throughout history we have made natural environments our home (Margottini and Spizzichino, 2015) and we have used the elements of nature for our survival. Currently, geology already uses resources to study the way that geological phenomena influence human health (Davies *et al.*, 2013), and we relate to the Earth even through the sacred (Kiernan, 2015).

In fact, the use of geodiversity by the human being, as part of the ecosystem, differs in several ways with the use by other living beings, however, it is not possible to say that the anthropic use of natural resources is more important than by other entities. of ecosystems. Thus, even though it is necessary to value and identify the different types of use of geodiversity by human beings, this value cannot be superior to others.

In summary, the anthropic ecocentric value reflects the use of geodiversity and its elements for different human activities. Although important, it is not central and not the only value.

RESULTS AND DISCUSSION

The evaluation of the sites resulted in the identification of the main relationships and values of geodiversity with the entire environment, its ecosystems and elements. In Table 1 are indicated the representatives of these relationships in the four categories of values, other relationships can also be identified, being indicated here only the most evident and important.

Regarding the balance value, it was observed that, among the 54 evaluated sites, in 21 (38.8%) evidence of the rock cycle could be identified, in 7 (12.9%) tectonic events were observed in the elements of geodiversity. 5 sites (9.2%) show evidence of the Wilson

Cycle, such as continent amalgamation, and 4 (7.4%) show hypersalinity in their environment.

For the ecological value, the presence of a rocky shore environment was noticed in 19 places (35.1%), while Atlantic Forest remnants in 6 (11.1%). The presence of stromatolites in 3 evaluated sites stands out, of these 2 are associated with local hypersalinity.

The main forms of register observed in the sites are associated with structural elements, such as faults, dykes, and folds, which were identified prominently in 12 sites (22.2%). The geodiversity of the region is also important in the record of paleoenvironments, associated with changes in sea level over geological time, especially the Recent, in five sites (9.2%). Elements that allow some paleoenvironmental interpretation are also present in 4 other locations (7.4%).

The anthropic use of geodiversity in the region is closely associated with leisure activities, such as the beach, sports practices, trails, tourism in general, being observed in 26 places (48.1%). Then, the use for environmental education is observed in 9 sites (16.6%) and associated with historical and/or cultural aspects, such as the presence of quilombola communities in 6 places (11.1%), of sambaquis in 5 (9.2%) and records of Charles Darwin's passage in 4 places in the region (7.4%). Mineral extraction activities were only observed in two sites (3.7%).

Table 1.A – Eccentric values identified in the sites of Costões e Lagunas Geopark Project.

SITE	GEOBIODIVERSITY'S ECOCENTRIC VALUES (GEVS)			ANTHROPIC
	BALANCE	ECOLOGICAL	REGISTER	
Alto Mourão / Pedra do Elefante	Rock cycle, geofoms	Rocky shore environment with restinga, exchange of nutrients and energy	Magmatic flow structures	Aesthetic appeal
Pedra de Itaocaia	Rock cycle	Conservation unit with its own ecosystem	Intrusion identification	Passage of Charles Darwin, scientific and historical appeal. Presence of old sugar mills and quilombola remnants
Ponta Negra	Rock cycle	Turtle spawning, river source, native vegetation, with rocky shore environment	Cabo Frio Terrane, evidence of paleocontinent	Lighthouse
Beachrocks de Jaconé	Rock cycle	Habitat, rocky shore environment	Sea paleo level	Description of the environment by Charles Darwin
Promontório da Igreja de Nossa Senhora de Nazaré	Tectonism	Rocky shore environment	Faults, folds, <i>boudins</i> , dyke intrusion and pegmatites	Church
Praia de Itaúna	Wave refraction on the coast	Water availability	Sediments	Surf practice
Lagoa Vermelha	Hypersalinity	Stromatolites in a hypersaline environment	Paleoenvironmental record	Salt mining
Lagoa de Araruama, Pitanguiinha e Pernambuco	Hypersalinity	Stromatolites in a hypersaline environment	Spurs	Practice of sports such as sailing and kitesurfing
Ponta da Farinha	Tectonism	Presence of restinga, lagoon, rocky shore environment	Tectonic breach, fault	Environmental education
Serra da Sapiatiba	Tectonism, Wilson cycle	Typical semi-arid and humid vegetation	Buzios Orogeny, last closure of Gondwana	Installation of cell towers
Brejo do Espinho	Hypersalinity	Restinga, dunes and microbial mats	Massive dolomite	Scientific research
Pontal do Atalaia	Rock cycle	Rocky shore environment with endemic vegetation, dunes	Dikes, cavities	Sambaquis, tourism, extractive reserve
Ilha do Cabo Frio	Intraplate magmatism	Biotic diversity, influenced by marine upwelling.	Pleistocene/Holocene boundary at beachrock, fault, alkaline intrusion, cave	Sambaquis, lighthouse, fishing, shipwrecks and diving
Campo de Dunas do Perú	Aeolian environment	Aquifer under dune, interdune lagoons, restinga	Aeolian structures	Archaeological sites, sandboarding, environmental education, bathing in lagoons
Campo de Dunas da Dama Branca	Aeolian environment	Aquifer under dune, restinga	Aeolian structures	Cultural heritage, sandboarding, environmental education

Table 1.B – Eccentric values identified in the sites of Costões e Lagunas Geopark Project.

SITE	GEODIVERSITY'S ECOCENTRIC VALUES (GEVS)			ANTHROPIC
	BALANCE	ECOLOGICAL	REGISTER	
Praia das Conchas	Beach shape	Water availability, rocky shore environment	Intrusions, flaws, folds	Beach, tourism, conservation unit
Praia Brava / Ilha do Japonês	Lagoon mouth, Wilson Cycle	Rocky shore environment with endemic restinga vegetation	Contact with basement, faults, folds, dikes	Beach, observatory
Forte São Mathews / Duna Boa Vista	Rock cycle	Rocky shore environment	Basement amphibolites	Fort, sambaquis
Fazenda Campos Novos	Sedimentation and erosion during sea level variations in the Quaternary	Board woods	Paleoclimf, paleolagoon, sea level variation	Sambaquis, farm, history of slavery, Charles Darwin passage
Paleolaguna de Tauá	Hypersalinity	Endemic species	Paleolagoon	Sculptures, trails
Falha do Pai Vitória	Tectonism	Aquifer	Fault	Environmental education, quilombolas
Mangue de Pedra	Mangrove rocks	Aquifer	Conglomerates with failure reactivation record	Environmental education, fishing, quilombolas
Foca/Formo/Lagoinha	Mineral diversity, rock cycle, Wilson cycle	Rocky shore environment with endemic vegetation	High-grade metamorphism (Garnet, Kyanite and Sillimanite assemblage), Búzios Orogeny	Beach
Geribá	Rock cycle	Rocky shore environment with endemic vegetation	Fault, dike	Beach
Ponta das Pocas	Rock cycle, Wilson cycle	Rocky shore environment with endemic vegetation	Dike	Trails
José Gonçalves	Tectonism, rock cycle	Rocky shore environment with endemic vegetation	<i>Boudins</i> , dikes and Holocene gravel pits	Beach, sambaquis
Nascente quilombola	Tectonism	River source	Fault	Quilombo
Quartzo no ponto de cultura do Quilombo	Mineral	Endemic vegetation	Oversized quartz vein	Quilombo, landscape
Morro de São João	Plutonism, rock cycle, intraplate magmatism	Atlantic forest	Hill shape	Farm and sand extraction
Barra de São João	Rock cycle, river mouth	River, rocky shore environment, mangrove	Sediments	Church, houses, fishing
RPPN Bom Retiro	Rock cycle	Water availability, river source, Atlantic forest	River records	Environmental education
Monumento dos costões rochosos	Rock cycle, basement	Rocky shore environment	Sea level variation	Fishing
Mar do Norte	Rock cycle	Rocky shore environment	Dike, rock contact	Sculptures

Table 1.C – Eccentric values identified in the sites of Costões e Lagunas Geopark Project.

SITE	GEODIVERSITY'S ECCENTRIC VALUES (GEVS)					
	BALANCE	ECOLOGICAL	REGISTER	ANTHROPIC		
Pseudomorfos de pseudoleucita	Pseudomorphism	Habitat	Rare pseudomorphs	Scientific research		
Lagoa do Iriy	Water cycle	Superficial water	Paleolagoon, sea level variation	Park		
Lagoa de Imboassica	Lagoon evolution	Rivers, water, abundant avifauna	Sea level variation	Passage of Charles Darwin, historical importance		
Arquipélago de Santana	Tectonism, Wilson Cycle	Lagoon, rocky shore environment	Cabo Frio Tectonic Domain Limit, contacts, faults	Archaeological site, post of the Brazilian Navy, lighthouse		
Praia dos Cavaleiros	Rock cycle	Rocky shore environment	Paleoproterozoic basement	Beach		
Sana – Peito de Pombo e cachoeiras	Erosion, geofoms	Waterfall, Atlantic Forest	Fracturing, granites of different granulations	Tourism, trails		
Centro de visitantes do PARNA da Restinga de Jurubatiba	Rock cycle	Lagoon, restinga	Paleoenvironmental record	National Park, tourism, environmental education		
Canal Campos-Macaé	Sediment deposition, coastal evolution	Restinga with endemic fauna and flora	Sandy paleocordons	Built channel and anthropic sandstone		
Arento com matéria orgânica	Sedimentation and erosion	Water availability	Paleoenvironmental record	Beach		
Barra do Furado	Sedimentation and erosion	Water availability	Coastal drift	Fishing, surfing, beach, environmental education		
Quilombo da Machadinha	Rock cycle	Lagoon	Coastal cords	Quilombo		
Pedra de Itacoa	Rock cycle	Atlantic forest	Ribeira Belt	Paragliding and Mountain Biking		
Pedra Lisa	Rock cycle	Atlantic forest	Hill shape	Climbing, trail		
Lagoa de Cima	Water cycle	Lagoon	Holocene Diatoms	Recreation Area		
Cachoeiras do Desengano	Rock cycle	Waterfall, Atlantic Forest	Relief	Recreation Area		
Lagoa Salgada	Water salinity	Stromatolites	Paleoenvironmental record	Agriculture		
Delta do Paraíba do sul	Deltaic environment	River, mangrove	Holocene cords	Fishing, recreation area		
Erosão em Atafona	Erosion	Rocky shore, Restinga vegetation	Foredunes	Anthropic activity		
Falésias da Ponta do Reiro	Cliffs	Rocky shore environment with endemic vegetation	Cliff sediments	Lighthouse, environmental education, beach		
Foz do rio Itabapoana	River mouth	River, mangrove	Sandy deposits	Fishing		
Estação Ecológica de Guaxindiba	Sedimentation	Board forest, availability of water	Miocene continental deposits	Eco station headquarters		

Balance Value

In the study area, it is observed that the Balance Ecocentric Value reflects the participation of geodiversity and its processes in the construction of environments and landscapes. Thus, it demonstrates the importance of abiotic elements not only in modeling these locations, but also in building a solid foundation for different types of abiotic activities, such as providing a supply for erosion and weathering, for example.

In the region of Praia das Conchas (Shell Beach), in the municipality of Cabo Frio, the shape of the beach is controlled by the diffraction of waves on hills that border the beach (Figure 3). The beach's name reflects this shape, also related to the amount of shells found in the area. This shows the importance of geodiversity in controlling this environment, strongly influencing its modeling.



Fig. 3 – The shape of the Shell Beach (Praia das Conchas, Municipality of Cabo Frio) is controlled by the diffraction of waves on the hills, an example of the ecocentric value of balance. Source: Google Earth.

Ecological Value

The territory of the Costões e Lagunas Geopark Project has strong endemism in some regions, especially in the Atlantic Forest and Restinga areas, which also justifies the existing environmental protection areas in the region. This characteristic is associated with environments that are initially controlled by abiotic conditions, be it the substrate, relief or even climatic processes. About 15% of the territory is comprised of Conservation Units, while 5% are water bodies such as lagoons, factors that reflect the ecological importance of the region.

Thus, geodiversity presents itself as an important component of the ecosystem and provider of conditions for life, which justifies the Ecological Ecocentric Value. An example of this is the Mangue de Pedra (Stone Mangrove), an unique environment that, unlike more common mangroves, is formed by gravel and coarse sand, with no evidence of rivers nearby (Figure 4).

The geological construction of this location is related to the movement of the Pai Vitório Fault, which produced deposits of alluvial fans conditioned by the fault scarp, generating sediments (aquifer), where groundwater accumulates, which is discharged into springs on the slope or in the sea shore. This aquifer provides fresh water that has led to the development of a mangrove environment in the area. Here, the fundamental control of geodiversity for the establishment of a typical biodiversity is clear, which justifies the participation of abiotic elements in ecological development.



Fig. 4 – In the Mangue de Pedra (Municipality of Armação dos Búzios), geodiversity made it possible to establish a unique biota, typical of mangroves. Photo: Matheus Lisboa.

Register Value

The ability of geodiversity and its elements to keep records of the Earth's past, environments, processes and even living beings is something quite clear and uncontroversial in the literature. Thus, the Register Ecocentric Value is possibly the most easily identified, especially by geoscientists.

In the case of the study area, the fragile and ductile structures found in Praia do Forno, in the municipality of Armação dos Búzios, stand out. They reflect a

compressional environment (Figure 5), with high pressure and temperature, characterized as the Búzios Orogeny, an episode of closure of the Atlantic Ocean and amalgamation of Gondwana, about 500 million years ago. The evidence that registers this moment, therefore, is found in the local geodiversity.



Fig. 5 – In addition to minerals, structures such as faults and folds at Praia do Forno (Municipality of Armação dos Búzios) record a moment of intense tectonic activity, related to the amalgamation of Gondwana 500 million years ago. Photo: Matheus Lisboa.

Anthropic Value

The region studied in this work has a strong tourist appeal, having as a great attraction its natural beauties, which in itself is represented by geodiversity and justifies the Anthropic Ecocentric Value. Several uses of abiotic elements by human communities in the area are observed, such as: sports, quilombos, environmental education, leisure, agriculture, and even mining (Figure 6).



Fig. 6 – In the vicinity of Lagoa Vermelha (Municipality of Araruama), there is a salt mine, which takes advantage of the saline water conditions for extraction. This is a typical example of the anthropic use of geodiversity. Photo: Matheus Lisboa.

The use of geodiversity by human beings is indisputable, since natural resources, especially abiotic elements, are essential for societies. However, the use and exploitation of these resources are extremely harmful to the environment. While understanding that the human being is part of the ecosystem, ecocentrism can collaborate with the protection of the planet. Thus, it is important to emphasize that the Anthropocentric Value is part of the valuation system used here, not being superior to any other, but reflecting this important use of geodiversity.

In short, ecocentrism proved to be a possible ethic of application in the qualitative valuation of geodiversity, as exemplified in the Costões e Lagunas Geopark Project sites, demonstrating the relationship and importance of abiotic diversity to various ecosystem factors in the study area.

CONCLUSION

Anthropocentrism as an environmental ethic does not seem to be more compatible with the sustainable initiatives that are desired for the planet. Thus, ecocentrism presents itself as a possible alternative. Although it may seem like an utopia, ecocentric attitudes are possible.

That said, geodiversity, as an essential component of the ecosystem and a fundamental basis for life on Earth, can be observed with an ecocentric look, not leaving

aside the human needs for its exploitation, but clearly evaluating that it matters not only to human beings.

In studies of abiotic diversity, especially in the definition of qualitative values, there is a predominance of an anthropocentric view, prioritizing the anthropic benefits obtained through the use of geodiversity. However, geodiversity sometimes benefits the entire ecosystem, understanding the human being as part of it.

The ecocentric values of geodiversity can be an alternative for specialized studies, translating the importance of its elements for all components of ecosystems. The application of the method in other areas is suggested for dissemination and improvement.

REFERENCES

- Almeida FFM de, Hasui Y, Brito Neves BB de, Fuck RA. (1981) Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, 17(1-2): 1-29. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9)
- Bastos, J.; Napoleão, P. (2011) O estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. SEA/INEA, Rio de Janeiro, 156 pp.
- Brilha, J. (2005) Patrimônio Geológico e Geoconservação. Palimage, Braga, 190 pp.
- Brilha, J. (2016) Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2): 119-134.
- Brilha, J. (2018) Geoheritage: Inventories and Evaluation. In: Reynard, E.; Brilha, J. (Eds.) *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*. Elsevier, Amsterdam, pp. 69-85.
- Brilha, J.; Gray, M.; Pereira, D. I.; Pereira, P. (2018) Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science and Policy*, 86:19-28. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.001>
- Carvalho Filho, A.; Lumbreras, J.F.; Santos, R.D. (2000) Os solos do estado do Rio de Janeiro, Brasília, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 36 p.
- Coelho Netto, A.L.; Campello, A.C.F.; Silva, R.P. (2020) Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro e Zona de Fronteira: uma Abordagem Geo-Hidroecológica. In: Dantas, M.E.; Moraes, J.M.; Ferrassoli, M.A.; Jorge, M.Q.; Hilquias, V.A. (org.) *Geodiversidade do Estado do Rio de Janeiro*. CPRM, Rio de Janeiro, pp. 123-186.
- Cortés, J. (1997) Biology and geology of eastern Pacific coral reefs. *Coral Reefs*, 16:S39-S46. <https://doi.org/10.1007/s003380050240>

- Davies B.E., Bowman C., Davies T.C., Selinus O. (2013) Medical Geology: Perspectives and Prospects. In: Selinus O. (eds) *Essentials of Medical Geology*. Springer, Dordrecht, pp. 1-13.
- Eckersley, R. 1990. Habermas and green political thought: two roads diverging. *Theory and Society*, 19: 739-776.
- Forte, J.P., Brilha, J., Pereira, D.I., Nolasco, M. 2018. 'Kernel Density Applied to the Quantitative Assessment of Geodiversity', *Geoheritage*, vol. 10, pp. 205–217.
- Gray J, Whyte I and Curry P (2018) Ecocentrism: What it means and what it implies. *The Ecological Citizen* 1: 130–1.
- Gray, M. (2004) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, 434 pp.
- Gray, M. (2013) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, 495 pp.
- Gray, M. (2018) *Geodiversity: The Backbone of Geoheritage and Geoconservation*. In: Reynard, E.; Brilha, J. (Eds.) *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*. Elsevier, Amsterdam, pp. 13-25.
- Gudynas, Eduardo. 2020. *Direitos da natureza: Ética biocêntrica e políticas ambientais*. Editora Elefante. 334p.
- Gutiérrez, F.; Gutiérrez, M; (2016). *Landforms of the Earth: An Illustrated Guide*. Dordrecht, Springer, 270 p.
- Hage, R. & Rauckienė, A. 2004. Ecocentric worldview paradigm: the reconstruction of consciousness. *Journal of Baltic Science Education*, 2(6): 60-68.
- Heilbron M., Duarte B.P., Valeriano C.M., Simonetti A., Machado N., Nogueira J.R. 2010. Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U-Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. *Precambrian Research*, 178:136-148.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) *Cidades@*. URL: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Accessed 12 Aug 2022.
- Kiernan, K. (2015) Landforms as Sacred Places: Implications for Geodiversity and Geoheritage. *Geoheritage*, 7: 177-193. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0128-6>
- Kopnina, H.; Washington, H.; Taylor, B. & Piccolo, J.J. 2018. Anthropocentrism: More than Just a Misunderstood Problem. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 31: 109-127.

- Kopnina, H.; Washington, H.; Gray, J.; Taylor, B. 2018. The ‘future of conservation’ debate: Defending ecocentrism and the Nature Needs Half movement. *Biological Conservation*, 217: 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.016>
- Kozłowski S. 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Prz. Geol.*, 52(8): 833-837.
- Krenak, A. (2019) *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras, São Paulo, 85 pp.
- Kuffner I.B; Toth, L.T. (2016) A geological perspective on the degradation and conservation of western Atlantic coral reefs. *Conservation Biology*, 30(4): 706-715. <https://doi.org/10.1111/cobi.12725>
- Leopold, A. (1949). *A sand county almanac, and sketches here and there*. Oxford: Oxford University Press.
- Lourenço, D.B. (2019) *Qual o valor da natureza? Uma introdução à ética ambiental*. Elefante, São Paulo, 449 pp.
- Manosso, F.C.; Zwolinski, Zb; Najwer, A.; Basso, B.T.; Santos, D.S.; Pagliarini, M.V. (2021) Spatial pattern of geodiversity assessment in the Marrecas River drainage basin, Paraná, Brazil. *Ecological Indicators*, 126:1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107703>
- Mansur, K.L. (2018) Patrimônio Geológico, Geoturismo e Geoconservação: uma Abordagem da Geodiversidade pela Vertente Geológica. In: Guerra, A.J.T.; Jorge, M.C.O. (Org.) *Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas*. Oficina de Textos, São Paulo, pp. 1-49.
- Mansur, K.L.; Guedes, E.; Alves, M.G.; Nascimento, V.; Pressi, L.F.; Costa Jr, N.; Pessanha, A.; Nascimento, L.H.; Vasconcelos, G. (2012) Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro (RJ): proposta. In: Schobbenhaus C, Silva CR (org.) *Geoparques do Brasil – propostas*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro, pp 361-416.
- Margottini, C.; Spizzichino, D. (2015) How Geology Shapes Human Settlements. In: Bandarin, F.; Oers, R.V. (Eds.) *Reconnecting the City: The Historic Urban Landscape Approach and the Future of Urban Heritage*. John Wiley & Sons, Cheltenham, pp. 47-84.
- McShane, K. 2014. “Ecocentrism.” In *Critical Environmental Politics*, edited by C. Death, 83–90. Abingdon: Routledge

- Melelli L. 2014. Geodiversity: a New Quantitative Index for Natural Protected Areas Enhancement. *GeoJour. of Tour. And Geos.*, 13(1): 27-37.
- Nascimento M.A.L., Ruchkus U.A., Mantesso-Neto V. (2008) Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: Trinômica Importante para a Proteção do Patrimônio Geológico. Natal, SBG, 84 pp.
- O’Riordan, T. 1985. Research policy and review 6. Future directions for environmental policy. *Environment and Planning A*, 17(11): 1431-1446.
- O’Sullivan, P.E. 1986. Environmental science and environmental philosophy — part 1 environmental science and environmentalism, *International Journal of Environmental Studies*, 28: 97-107.
- Orús, A.H. (2020). Geodiversidad: la memoria oculta de la tierra vasca. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, 171 pp.
- Peppoloni S., Di Capua G. (2021) Current Definition and Vision of Geoethics. In: Bohle M., Marone E. (eds) *Geo-societal Narratives*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79028-8_2
- Pereira, D.I., Pereira, P., Brilha, J. & Santos, L. 2013. ‘Geodiversity Assessment of Paraná State (Brazil): An Innovative Approach’, *Environmental Management*, vol. 52, pp. 541–552.
- Piccolo, J.J. (2017) Intrinsic values in nature: Objective good or simply half of an unhelpful dichotomy? *Journal for Nature Conservation*, 37: 8-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2017.02.007>
- Purser, R.E. & Montuori, A. 1996. Ecocentrism in the Eye of the Beholder. *The Academy of Management Review*, 21(3): 611-613.
- Rea, A.W.; Munns Jr, W.R. (2017) The value of nature: Economic, intrinsic, or both? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(5): 953-955. <https://doi.org/10.1002/ieam.1924>
- Ribeiro M.C., Martensen A.C., Metzger J.P., Tabarelli M., Scarano F., Fortin MJ. (2011) The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. In: Zachos F., Habel J. (eds) *Biodiversity Hotspots*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21
- Risk M.J., Edinger E. (2011) Impacts of Sediment on Coral Reefs. In: Hopley D. (eds) *Encyclopedia of Modern Coral Reefs*. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Dordrecht. P. 575-586. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2639-2_25

- Roberts, J.M.; Wheeler, A.J.; Freiwald, A. (2006) Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems. *Science*, 312: 543-547. <https://doi.org/10.1126/science.1119861>
- Sandler, R. (2012) Intrinsic Value, Ecology, and Conservation. *Nature Education Knowledge* 3(10): 4.
- Serrano E. & Ruiz-Flaño P. 2007. Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geogr. Helv.*, 62: 140-147.
- Sharples, C. 1995. 'Geoconservation in forest management -principles and procedures', *Tasforests*, vol. 7, pp. 37-50.
- Sharples, C. (2002) Concepts and Principles of Geoconservation – version 3. Tasmanian Parks & Wildlife Service, September 2002. https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation. Accessed 21 Sept 2020.
- Schmitt, R.S., Trouw, R.A.J., Van Schmus, W.R., Pimentel, M.M., 2004. Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collision orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Research* 133, 29–61
- Silva, D.R.; Mansur, K.L.; Borghi, L. (2018) Evaluation of the scientific value of Lagoa Salgada (Rio de Janeiro, Brazil): characterization as geological heritage, threats and strategies for geoconservation. *Journal of the Geological Survey of Brazil*, 1(2): 69-80. <https://doi.org/10.29396/jgsb.2018.v1.n2.2>
- Silva, M.L.N.; Mansur, K.L. (2020) Ecocentrismo e sua aplicabilidade em estudos da geodiversidade. *Anuário do Instituto de Geociências*, 43(3): 415-424. https://doi.org/10.11137/2020_3_415_424
- Thompson, S.C.G. & Barton, M.A. 1994. Ecocentric and Anthropocentric Attitudes Toward the Environment. *Journal of Environmental Psychology*, 14(2): 149-157.
- Tukiainen, H., Alahuhta, J., Field, R.; Ala-Hulkko, T.; Lampinen, R.; Hjort, J.. Spatial relationship between biodiversity and geodiversity across a gradient of land-use intensity in high-latitude landscapes. *Landscape Ecol* 32, 1049–1063 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0508-9>
- Wade, M.L. 1990. Animal Liberalism, Ecocentrism and the Morality of the Sport Hunting. *Journal of the Philosophy of Sport*, 17: 15-27.
- Washington, H. (2018) The intrinsic value of geodiversity. *The Ecological Citizen* 1: 137.

Washington, H.; Taylor, B.; Kopnina, H.; Cryer, P. & Piccolo, J.J. 2017. Why ecocentrism is the key pathway to sustainability. *The Ecological Citizen*, 1: 35-41.

Woodroffe, C.D.; Murray-Wallace, C.V. (2012) Sea-level rise and coastal change: the past as a guide to the future. *Quaternary Science Reviews*, 54: 4-11.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.05.009>